GRAĐEVINAR

ČASOPIS DRUŠTVA GRAĐEVINSKIH INŽENJERA

I TEHNIČARA N. R. HRVATSKE

SADRŽAJ

GOD. VII VELJAČA 1955 BROJ 1

»GRAĐEVINAR« IZLAZI U VEĆEM FORMATU 6 PUTA GODIŠNJE. — PRETPLATA na cijelu godinu iznosi Din 600.—, na pola godine Din 300.—, pojedini broj Din 100.—. Za poduzeća god. pretplata Din 900.—. Tekući račun kod Narodne banke FNRJ, filijale Zagreb br. 402-T-812. — Časopis izdaje: Društvo građevinskih inženjera i tehničara NRH. — Rukopisi se šalju uredništvu »Građevinara«, Zagreb, Berislavićeva ul. 6, telefon 33-325. — Uređuje redakcioni odbor, Katančićeva ul. 5. — **DOPISE I ČLANKE** treba uredništvu dostaviti u dva primjerka pisana strojem, **u originalu i jednoj kopiji, pisano s razmakom između redaka.** Pisati treba samo na jednoj stranici lista. Crteže i opise na njima treba izraditi crnim tušem na prozirnom ili glatkom bijelom papiru, tako da umanjeni na stranicu časopisa budu jasni i čitljivi. Pretanke crte, sitna slova i brojke ne smiju se upotrebljavati. Fotografije moraju biti jasne. Objavljeni radovi se honoriraju, rukopisi ne vraćaju.

GRAĐEVINAR

GOD. VII VELJAČA 1955 BROJ 1

KLIZIŠTE ZALESINA

(REFERAT ODRŽAN NA III GODIŠNJOJ SKUPŠTINI JUGOSLAVENSKOG DRUŠTVA ZA MEHANIKU TLA I FUNDIRANJE U SARAJEVU, 2—7 VI 1954)

Ing. **Ervin Nonveiller**, Zagreb, »Geoistraživanja«

1. Uvod

Odronjavanje brdskih masa uz željezničku prugu Zagreb—Rijeka kod Zalesine prirodni je proces, koji nije nastao zbog ljudske djelatnosti. Pokrenute su mase u duljini cca 500 m, širini cca 300 m, a u dubini do 60 m; ukupna kubatura može se ocijeniti sa oko 6 miliona m^3. Dio pokrenutih masa zahvatio je željezničku prugu, koja se uslijed toga izdiže, pa se kolosjek mora stalno spuštati. Prvobitni zasjek pruge produbljen je toliko, da je danas to usjek dubok cca 4—5 m .Bivša padina zasjeka postala je toliko strma, da se morala ublažiti iskopom cca 40 000 m^3 materijala (projekt ing. Poljanšeka). Studiju klizišta vršilo je više komisija, koje su tu pojavu pratile i proučavale od početka 1950 g. Na inicijativu tih komisija počela su od ljeta 1951 g. sistematska opažanja pomjeranja masa, koja se do danas nastavljaju i daju dobar pregled o intenzitetu i karakteru pokreta na površini. Izvršen je niz sondažnih bušenja, koja zbog karaktera i zdrobljenosti materijala nisu dala naročito pouzdane rezultate. Na posljednjem sastanku komisije, koja je proučavala problem, jeseni 1952 g., dan je program daljnjih opsežnih istražnih radova, koji je do danas, uz stanovite dopune, proveden.

Prof. dr. Šuklje dao je na prošloj godišnjoj skupštini našega Društva iscrpan izvještaj o rezultatima dotadanjih istražnih radova, opažanja i ispitivanja, kao i pokušaj objašnjenja klizišta, koji je, kako ćemo vidjeti, u osnovi bio ispravan. Taj izvještaj objavljen je u broju 17/18 Gradbenog vestnika 1953 g. u Ljubljani.

Početkom 1953 g. započeti su novi opsežni istražni radovi bušenjem i kopanjem potkopa, koji su do danas dali materijal za studije saniranja klizišta u opsegu potrebnom da se osigura željeznička pruga Zagreb—Rijeka.

2. Geološka građa

Dolina potoka Sušice kraj Zalesine siječe željezničku prugu Zagreb—Rijeka iza usjeka kod stanice Zalesina. Cijelo područje tektonski je vrlo poremećeno, kako se vidi na situaciji slika 1. Brdski hrbat između ceste Zagreb—Rijeka i željezničke pruge sastoji se od naslaga glavnog dolomita gornjih rabeljskih škriljaca i pješčara žućkaste, sive, zelenkaste i ljubičaste boje, s umecima vapnovitog ćelijastog dolomita i donjih rabeljskih škriljaca crvene boje. Ispod njih dolaze crni permokarbonski škriljci, koji sjeverno od pruge dolaze na površinu .Tektonskim pokretima izdignute su naslage donjeg rabelja na sjeverozapadnom dijelu iza hrpta na površinu i tvore diskordantni kontakt sa glavnim dolomitom. Isto tako izdignuti su crveni škriljci i na jugoistočnoj strani, preko desne obale Sušice iznad kote gornjih rabeljskih škriljaca. Potok Sušica stvorio je duboki erozioni jarak, koji je postepeno ugrozio stabilnost bokova. Danas se na nekoliko mjesta mogu vidjeti morfološki tragovi većih odrona i klizanja masa, naročito s lijevog boka uz potok. Te mase su povremeno zatrpavale dio jarka, stvarajući uspor, a voda je takove brane opet erodirala i odnosila.

3. Historijat

Po nekim morfološkim tragovima na sjeverozapadnoj padini uz sam hrbat moglo bi se zaključiti, da je već davno jednom na tom području nastalo veliko klizanje brijega, uglavnom po istim konturama koje obuhvataju i sadašnje klizanje. Uz sam hrbat vodio je šumski put neprirodnom brazdom na inače jednoličnom pokosu, uz rasjednu liniju paralelno sa hrptom brijega. Na padini iznad ceste vidi se taj trag i danas na dijelu koji nije zahvaćen sadašnjim pokretima, kako se vidi iz slike 2 i 3. U usjeku nove ceste ustanovljeno je, da u području te brazde postoji zona sasvim poremećenog jako glinovitog tla.

Ne može se točno ustanoviti, kada su opaženi prvi novi pokreti brda. Navodno je 1936 godine spomenuti put uz rasjed postao neupotrebljiv. 1949 godine opažene su deformacije kolosijeka u bijelom



Sl. 1. Situacija klizišta

1. pleistocen
2. norički dolomit
3. gornji rabeljski škriljci i dolomiti
4. donji rabeljski škriljci
5. permokarbonski škriljci
6. pukotine
7. sondažne bušotine 1951 g.
8. sondažne bušotine i piezometri 1954 g.
9. vrela
10. vektor pokreta osmatranih točaka i mjerilo

usjeku. Prvi veći pokreti nastali su nakon jesenjih kiša poslije sušnog ljeta 1950 g. Tada se pojavila kontinuirana gotovo neprekidna pukotina uz hrbat od ceste do usjeka željezničke pruge. Otada su pokreti kroz 1951 do 1953 stalno bili vrlo intenzivni, prosječno 19,0 mm dnevno zimi 1951/52, ali ovisni o oborinama, kako ćemo kasnije vidjeti. Od zime 1953/54 nadalje pokreti jenjavaju i sada su vrlo umjereni; ove zime su prosječno 1,9 mm dnevno.

4. Sondažni radovi i njihovi rezultati

Prethodni sondažni radovi izvršeni su većinom na periferiji klizišta i nisu dali nikakvog sigurnog podatka o dubini klizne plohe. Stoga je komisija u jeseni 1952 predložila, da se daljnja ispitivanja izvrše pomoću sondažnih rovova. Na temelju tog zaključka izrađena su dva sondažna potkopa a i b na

slici 1. Položaj tih rovova određen je u prvom redu sa svrhom, da se uđe u pokrenute mase i na taj način ustanovi položaj klizne plohe u području uz željezničku prugu, i da se ustanovi vrst materijala i karakter klizne plohe. U tim potkopima vršena su opažanja položaja potpora podgrade, iz kojih je ustanovljen položaj klizne plohe, kako se vidi na slici 4 za potkop a.

Oba potkopa prolaze isključivo kroz naizmjenične slojeve zdrobljenih dolomita, škriljaca i lapora gornje rabeljske serije. Materijal u oba rova jednak je onom u bijelom usjeku, koji je prikazan na slici 5. Oba rova prolaze kroz materijal, koji je vrlo zasićen vodom. Ustanovljeno je, da u čvršćim proslojcima saćastog dolomita ima pukotina, koje povremeno donose veće količine vode. U potkopima a i b ustanovljeno je, da ne postoji određena klizna ploha, nego zona debljine cca 7 m, koja se deformira. Ta zona nije nastala na nekoj granici između različitih geoloških formacija ili na granici između propusnijih gornjih i nepropusnijih donjih slojeva, nego je formirana u geološki homogenim slojevima gornjeg rabelja ,koji su identični s materijalom u bijelom usjeku. Klizna zona ustanovljena je pomoću ovih rovova samo na periferiji klizišta, pa treba odrediti njenu dubinu i u centralnom dijelu klizišta. Budući da je materijal u kliznoj zoni u geološkom, petrografskom i geomehaničkom pogledu identičan s materijalom iznad i ispod ove zone, ne može se njena dubina odrediti običnim sondiranjem. Zato su u nekoliko profila bušene du-



1. *glavna pukotina*
2. *uleknuće iznad ceste u smjeru glavne pukotine*
3. *usjek ceste Zagreb—Rijeka*

Sl. 2. Tragovi starog klizanja

boke sonde obložene cijevima od juvidura ϕ 50/60 (proizvod Jugovinil). U tim cijevima mjeri se povremeno nagib bušotine u raznim dubinama, pomoću specijalne kardanske busole (Tropari). Nakon stanovitog vremena moći se će na taj način ustanoviti mjesto, gdje se cijev od juvidura savija zbog pokretanja masa, čime će se odrediti vjerojatni gornji rub klizne zone. Bušenja izvršena u cilju



Sl. 3. Detalj uleknuća, slika 2 točka 2

postavljanja juvidur cijevi nisu ni u dubinama do 80 m od površine tla naišla na druge slojeve osim škriljaca i ćelijastih dolomita gornjeg rabelja.

5. Hidrološka opažanja

U cilju objašnjenja uzroka i uvjeta klizanja trebalo je prikupiti sve podatke u vezi s prisustvom i djelovanjem vode na pokrenute mase.

Izvršena su snimanja vrela i njihove izdašnosti, koja su prikazana na slici 1. Ustanovljeno je, da se kroz posljednjih nekoliko godina pojavio veći broj novih vrela uz potok Sušicu, očito zato, što su pokreti masa otvorili drenažne puteve, kroz koje voda sada može otjecati.

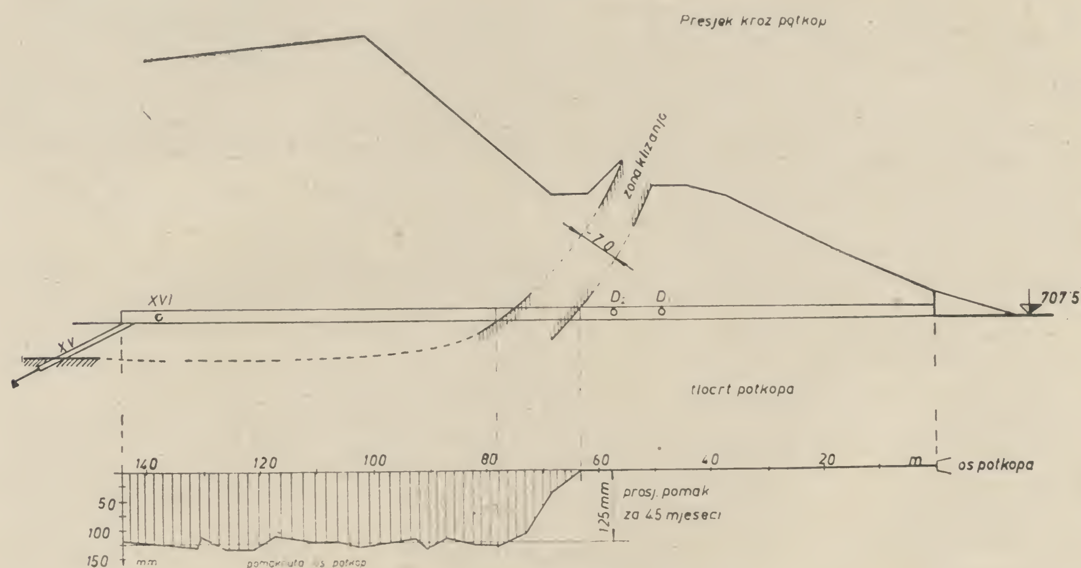
Glavno pitanje za objašnjenje klizanja je visina nivoa podzemne vode i njen pad. Strujanje vode kroz tlo mnogo utječe na uvjete stabilnosti masa. U okviru istražnih radova izvršeno je više mjerenja zasićenosti materijala vodom. Nekoliko uzoraka izvađeno je na etažama u bijelom usjeku, drugi su uzeti u sondažnim potkopima a i b. Zasićenost materijala u bijelom usjeku početkom jeseni iznosila je oko 80%, dok su svi uzorci iz potkopa bili oko 100% zasićeni vodom. Mora se napomenuti, da je materijal i u kliznoj zoni jako zbijen; porozitet iznosi $e = 0{,}515$, a sadržina vode oko 18%, zasićenost 100%. Prema tome može se zaključiti, da je nivo podzemne vode visok.

U cilju točnog ustanovljenja nivoa podzemne vode u centralnom dijelu klizišta postavljena su 4 piezometra s velikom poroznom zahvatnom površinom i tankom piezometarskom cijevi (slika 1), kako bi bili dovoljno osjetljivi i u nepropusnom materijalu. Shema piezometra prikazana je na slici 6. Mjerenje vodostaja vrši se pomoću električne sonde. Dosadašnja mjerenja pokazuju dosta visoki nivo podzemne vode u tlu, u skladu s visinom vrela uz potok Sušicu.

U cilju određivanja mogućnosti dreniranja izbušena su u potkopu »a« ispred klizne zone u ne-

pokrenutim masama dva horizontalna drena D1 i D2 duljine po 30,0 m. Iz tih drenova dolazi stalno po 0,25 odn. 0,65 lit/min vode, što varira u stanovitim granicama u zavisnosti od oborina. Osim toga izbušena je pri kraju potkopa horizontalna bušotina XVI duljine 20 m, koja daje oko 8 lit/min vode. Cio potkop »a« daje oko 35 lit/min. Iz potkopa »b« izlazi znatno manja količina vode, koja se kreće između 7 i 0,25 lit/min i varira s oborinama. To je prirodno s obzirom na znatno viši položaj ovog potkopa, koji ima manji retenzioni volumen tla iznad sebe.

Na grafikonu u slici 8 prikazan je prosječan dnevni intenzitet pokreta i padavina u zimskim sezonama od 1951 do danas. Iz tog bi se prikaza moglo zaključiti, da pokreti postepeno jenjavaju bez obzira na padavine. Prosječni intenzitet pokreta zimi 1951/52 bio je 10 puta veći nego zimi 1953/54 uz približno jednake padavine, a zimi 1952/53 iznosio je pored skoro 20% jačih padavina samo 35—45% intenziteta zime 1951/52. To jenjavanje vjerojatno je uvjetovano povoljnom dislokacijom padine i otvaranjem novih drenažnih puteva, iz kojih voda intenzivnije izlazi nego prije pokreta, što je opaženo na nekoliko mjesta uz potok Sušicu. Proračun stabilnosti, koji ćemo kasnije prikazati, potvrđuje tu hipotezu.



Sl. 4. Pokreti u potkopu »a«

6. Opažanja pokreta

Opažanja pokreta masa vršeno je na kolcima na raznim točkama kliznih masa po sistemu presjecanja sa stalnih točaka na nepokrenutom tlu u okolini klizišta .Interpretacija rezultata tih opažanja u početku nije bila ispravna, pa je ustanovljen pogrešan smjer pokreta na raznim točkama, što je dovelo do zablude u pogledu skretanja pokreta od glavnog smjera prema Sušici ka željezničkoj prugi (Janjić, 1952), o čemu je bilo govora i u diskusiji na skupštini Društva za geomehaniku u Aranđelovcu. Ispravni smjer vektora opažanih točaka prikazan je na slici 1. Na slici 7. prikazan je intenzitet pokreta od početka opažanja do aprila 1954 kao i intenzitet padavina. Iz tih prikaza vidi se, da su svi pokreti usmjereni prema dolini Sušice, međusobno u glavnom paralelni i u skladu s ustanovljenim rubovima klizišta. Intenzitet pokreta zavisi od intenziteta padavina. U zimi 1953/54 intenzitet pokreta nije porastao kao u prethodnim godinama.

7. Geomehanička i geostatička ispitivanja

Objašnjenje uvjeta pokretanja masa nije moguće bez detaljne geomehaničke analize osobina tla i uvjeta njegove ravnoteže. Ispitivanja i analize koje je izvršio dr. Šuklje god. 1952 ukazivala su na stanovito neslaganje između ustanovljenih vrijednosti kuta trenja materijala i potrebnog kuta trenja za održanje stabilnosti. Iz toga je dr. Šuklje zaključivao na vrlo visoki nivo podzemne vode i strujni tlak u smjeru pokosa, što se tada nije moglo dokazati.

Mjerenja zasićenosti i prostorne težine tla u bijelom usjeku i u potkopima pokazala su, da je tlo do velike visine vrlo zasićeno, a u potkopu »a« potpuno zasićeno. Tim mjerenjem određena je zapreminska težina tla sa cca 2,2 t/m², za tlo u vlažnom stanju.

Kut unutarnjeg trenja kontroliran je na više uzoraka, koji su uzeti iz klizne zone u potkopu »a«, iz bijelog usjeka i iz poremećene zone u usjeku uz cestu.

Ispitivanja su izvršena u kružnim aparatima za smicanje na TVŠ u Ljubljani i u triaksijalnom aparatu u laboratoriju »Geoistraživanja«. Vršena su spora drenirana smicanja, kao i smicanja bez drenaže na uzorcima prethodno konsolidiranima za bočni tlak. Rezultati su ovi:

Uzorak	Opis	W_l/IP %	%<0,5 mm	Čvrstoća za smicanje t/m²		
A 66	smrvljeni dolomitni lapor	26/10	74	—	31,5°	(1)
A č	raspadnuti škriljci	39/18	—	—	20,5°	(1)
2624	raspadnuti škriljci	30/12	100	—	19,0°	(2)
2354c	raspadnuti škriljci	32/14	68	4,7	11,3°	(3)
				1,4	23,8°	(4)

Napomene:

(1) sporo konsolidirano smicanje u rotacionim aparatima,
(2) triaksijalno sporo drenirano smicanje,
(3) triaksijalno smicanje bez drenaže,
(4) triaksijalno smicanje konsolidirano za bočni tlak, vertikalno opterećenje bez drenaže.

Na neporemećenim uzorcima iz klizne zone u potkopu »a« ispitana je i aksijalna čvrstoća, što je dalo koheziju.

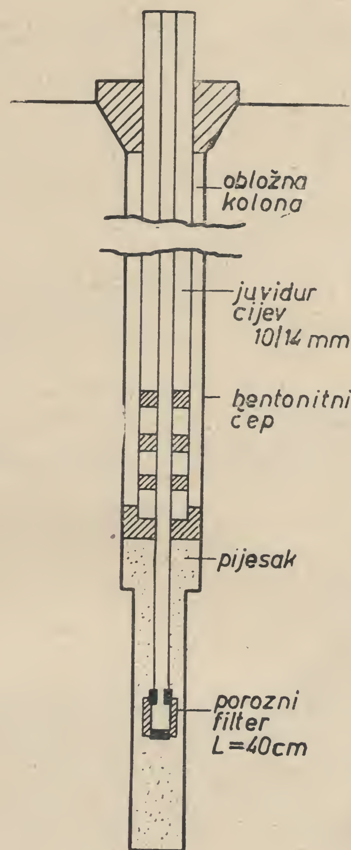
c=3—3,5 t/m², kod poroziteta e=0,515, vlažnosti 18% i zasićenosti materijala 100%.

Izvršeno je ispitivanje stabilnosti pokrenutih masa na raznim profilima za pretpostavljenu kružnu klizmu ploha, kako je prikazana na slici 9.



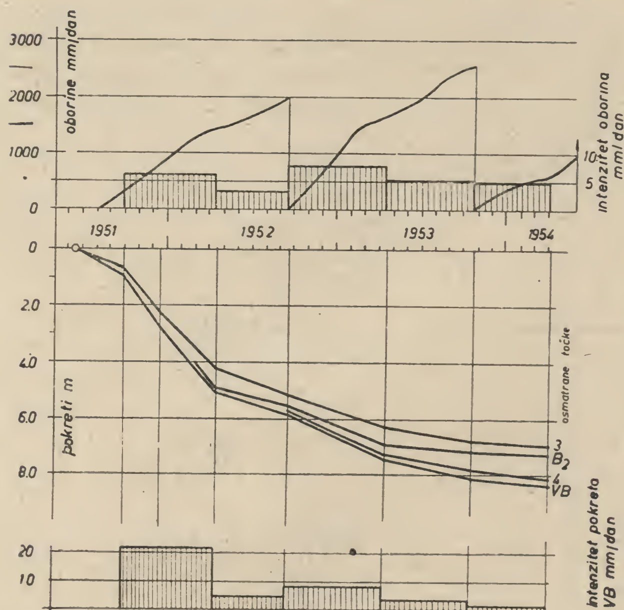
Sl. 5. Slojevitost u bijelom usjeku

Ispitivanje je izvršeno za rekonstruirani položaj masa prije početka klizanja i za stanje u aprilu 1954. Na profil terena projicirani su vektori pokreta osmatranih točaka. Središte kruga klizne



Sl. 6. Shema piezometra

plohe odabrano je tako, da pokreti osmatranih točaka budu što više u skladu s kretanjem oko odabranog središta. Na taj način određen je klizni krug radiusa 322 m kao najvjerojatniji. Taj krug u skladu je s ustanovljenim rubovima klizišta, a također i sa dubinom klizne plohe u potkopu »a« i »b«. Nivo podzemnog vodostaja odabran je u skladu s mjerenjima u piezometrima P-3 i P-4. Na cijelu površinu ispod nivoa podzemne vode djeluje uzgon i strujni tlak paralelno s licem vode. Tako postavljenim računom ustanovljeno je, da je za ravnotežu masa potreban kut trenja od ρ=25,5°. Nakon deformacije masa do danas nastalim pokretima smanjuje se ta vrijednost na ρ=22,6°, a povećanje stabilnosti iznosi 1,15. Prema tome bile bi mase u stanovitoj mjeri stabilizirane, a njihova se stabilnost daljnjim pokretima sve više povećava. Ustanovljeni kut trenja blizu je vrijednostima, koje su za razne materijale ustanovljene laboratorijskim ispitivanjima. Treba uzeti u obzir, da su mase, u kojima se razvila klizna zona, nehomogene i da njihov kut trenja kod sporog smicanja varira iz-



Sl. 7. Intenzitet pokreta i oborina

među $\rho = 20^0$ i $\rho = 32^0$. Svakako da stanovita sadržina raspadnutog glinovitog materijala u izmjeničnim slojevima (vidi sl. 5) smanjuje otpornost za smicanje u kliznoj zoni. Veličina tog smanjenja ne može se ocijeniti. Vrijednosti dobivene računom stabilnosti svakako su unutar granica gornje i donje vrijednosti kuta trenja ustanovljenog u laboratoriju. Sasvim drugačije je kod pretpostavke, da bi se čvrstoća za smicanje sastojala samo od kohezije ($\rho = 0$). Stvarna vrijednost kohezije, ustanovljena aksijalnim ispitivanjem neporemećenih uzoraka iz klizne zone, znatno je niža od vrijednosti potrebne za ravnotežu mase. Iz toga slijedi, da se ovdje klizanje odvija uz puno aktiviranje trenja.

Iz gore izloženog se vidi, da postoji uska veza između intenziteta oborina i pokreta. Male promjene podzemnog vodostaja imaju jasan utjecaj na stabilnost masa. Pore su i u višim dijelovima brda u velikoj mjeri ispunjene vodom. Oborine koje prodiru u tlo mogu dakle izazvati znatne oscilacije podzemnog vodostaja, povećavajući povremeno strujni tlak, a to bitno djeluje na ravnotežu masa.

Rezultati tih ispitivanja daju dobro fizikalno objašnjenje uvjeta pokretanja masa i bazu za projektiranje radova sanacije.

8. Prijedlozi sanacije

Metoda sanacije ovisi o osobinama klizišta. Iz naprijed opisanih rezultata dosadašnjih istražnih radova možemo zaključiti, da je dubina pokrenutih masa vrlo velika. Mase su do velike visine zasićene vodom, pa ta tvori visoki nagnuti podzemni rezervoar, koji se drenira prvenstveno prema jarku potoka Sušice. Klizanje se razvilo po dubokoj kliznoj zoni, u materijalu, koji se u grubom smislu može smatrati homogenim.

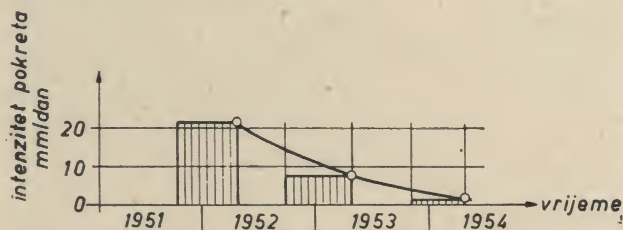
Iz tih karakteristika može se zaključiti, da se za stabilizaciju masa ne može primijeniti uobičajena metoda drenažnih usjeka, jer bi njihovo izvođenje bilo nemoguće, a ne bi mogli zahvatiti cijelu dubinu pokrenutih masa, čije dno se nalazi ispod korita Sušice. S tog razloga trebalo je tražiti drugo rješenje. Studirane su dvije alternative, koje je već komisija u novembru 1952 u principu predložila:

— stabilizacija pokrenutih masa rasterećenjem hrpta i opterećenjem nožice,
— stabilizacija drenažom prema podlogi pokrenutih masa.

Za ove alternative izvršena su ispitivanja stabilnosti za karakteristične profile u stanju prije i poslije izvršenja predviđenog zahvata. Za ocjenu djelovanja predloženih mjera važan je odnos potrebnog kuta trenja prije i poslije zahvata, koji daje sliku o postignutom efektu, tako da zaključci vrijede bez obzira na stvarnu veličinu kuta trenja. Na slici 1 označeni su profili za koje je izvršen račun stabilnosti, a rezultati su za slučaj stabilizacije pokretanjem masa:

Profil	Potrebni kut trenja prije	Potrebni kut trenja poslije	Povećanje stabilnosti
GH	(0,298) 16,6⁰	(0,271) 15,1⁰	1,10
KL	(0,316) 17,5⁰	(0,252) 14,1⁰	1,21
MN	(0,394) 21,5⁰	(0,296) 16,5⁰	1,33
OP	(0,380) 20,8⁰	(0,310) 17,2⁰	1,23
QR	(0,535) 28,0⁰	(0,525) 27,6⁰	1,02

Rezultati za slučaj drenaže prema dolje izračunati su uz pretpostavku, da će drenovi djelovati tako, da će potpuno preusmjeriti tečenje podzemne vode od sadašnjeg smjera prema pokosu u novi smjer skoro vertikalno prema dolje u pravcu drenova. Za profil M-N potrebni kut trenja prije drenaže je $21,5^0$ ($tg\rho = 0,394$), a poslije drenaže $16,8^0$

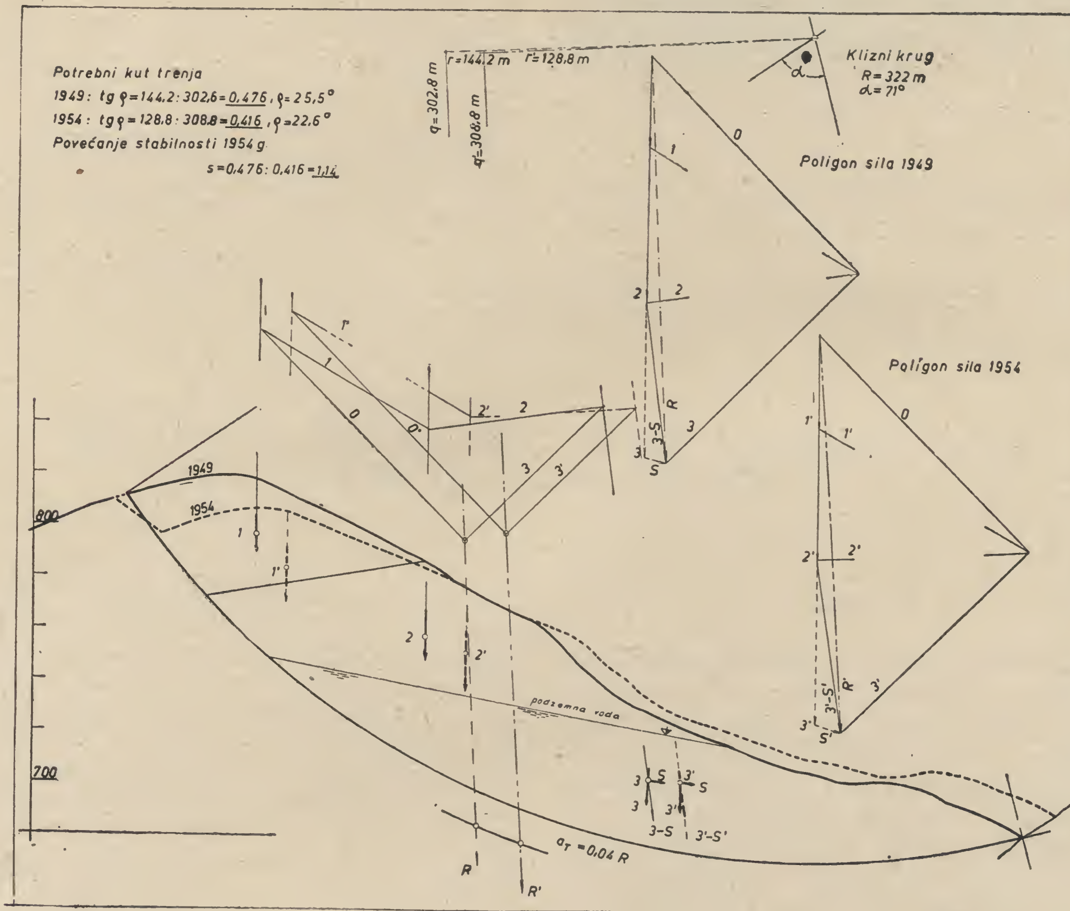


Sl. 8. Intenzitet pokreta u zimskim periodama

($tg\rho = 0,303$), pa povećanje stabilnosti iznosi 1,30, gotovo isto kao i preloženjem masa.

Sanacija drenažom zamišljena je tako, da se ispod pokrenutih masa izradi nekoliko potkopa,

koji bi se ozidali betonskom oblogom. U stanovitom međusobnom razmaku izbušile bi se horizontalne drenažne bušotine dubine 30 m, obložene perforiranim cijevima. Tokom istražnih bušenja ustanovljeno je, da bi se u interesu trajnosti ove cijevi mogle izraditi od juvidura. Takovi horizontalni drenovi stvorili bi ispod pokrenutih masa propusnu podlogu, koja bi na sebe vukla veliku količinu vode. Kod tog rješenja treba uzeti u obzir, da se klizna zona sastoji od potpuno poremećenih slojeva materijala, koji sadrže većih količina glinovite



Sl. 9. Proračun stabilnosti profila K′ — L′

frakcije, pa je malo propusna za vodu. Opažanja na drenovima koji su izrađeni u potkopu »a« dat će podlogu za proračunavanje djelotvornosti takovog drenažnog sistema, o kojoj u velikoj mjeri ovisi konačni uspjeh sanacije.

Stabilizacija premještanjem masa fizikalno je jasna i ne postavlja naročitih problema. Računom određena povećanja stabilnosti postižu se u svakom slučaju, jer premještene mase svojom težinom svakako smanjuju moment, koji danas pokreće klizište.

Sanacioni radovi ograničili su se dosada samo na ublažen je pokosa bijelog usjeka (iskop cca 45 000 m^3) koji je, zbog ukopavanja kolosijeka na potezu gdje se pruga izdiže, postao previše strm. Kolosijek je u redovnim vremenskim razmacima spuštan. Ti radovi omogućili su održavanje redovnog prometa na pruzi Zagreb—Rijeka.

9. Zaključak

Opisani slučaj velikog klizanja u Zalesini, koje je ugrozilo važnu željezničku vezu Zagreb—Rijeka, pokazuje, da se konzekventnom primjenom metoda geomehaničke analize mogu objasniti i ovakove, na prvi pogled neobjašnjive pojave, kod kojih sama geološka razmatranja ne daju rezultate.

Opažanje vodostaja u tlu dokazalo je postojanje visokog podzemnog vodostaja, a veza, koja je ustanovljena između intenziteta oborina i pokreta, ima fizikalno opravdanje i može se dokazati računom stabilnosti. Sondažnim radovima dokazano je, da je debljina pokrenute mase znatno veća nego što su u početku neki članovi komisije pretpostavljali (Janjić. 1952) i da se klizanje odvija u jednoj zoni debljine oko 7 m, kružno cilindričnog oblika, po zakonima koji vrijede za ravnotežu pokosa. Laboratorijska ispitivanja otpora za smicanje pokazuju, da je za ravnotežu masa mjerodavan kut trenja



Sl. 10. Pukotine na gornjem dijelu klizišta

kod konsolidiranog sporog smicanja rastrošenih komponenata tektonski poremećenih slojeva, a ne kohezija.

Studija je pokazala, da bi sanacija klizišta bila moguća na tehnički jednostavan način, a uz troškove koji su u ekonomski prihvatljivim granicama. Međutim, najnoviji razvoj pokreta i rezultati komparativnih proračuna dopuštaju mogućnost, da su pokrenute mase zbog nastalih pokreta postale stabilnije, pa bi se i sanacioni radovi mogli znatno smanjiti. Konačna odluka moći će se donijeti u proljeće 1955, nakon studije pokreta, koji će nastati tokom ove zime.

BIBLIOGRAFIJA:

Janjić M. (1952): Geološke karakteristike klizišta u Zalesini i Lupoglavu, Glasnik prirodnjačkog muzeja Srpske zemlje, Beograd, Serija S, knjiga 5, str. 177.

Šuklje L. (1953): Plaz pri Zalesini v rabeljskih plašteh, Gradbeni Vestnik, Ljubljana, V št. 17—18.

Šuklje L. (1953): Iskustva iz analize dvaju velikih klizišta u Jugoslaviji, Naše Građevinarstvo, Beograd, br .2, str. 88.

Nonveiller E., Šuklje L. (1954): Landslide Zalesina, Proc. Eur. Conf. Stab. Earth Slopes, Stockholm, Vol. I. p. 107.

NOVA HIDROELEKTRANA JARUGA NA RIJECI KRKI KOD SKRADINSKOG BUKA

Ing. **Milan Mrvoš**, Zagreb

1. Uvod

Osnovni projekat energetskog iskorištenja vodotoka Krke i Zrmanje izrađen je god. 1952 u poduzeću »Elektroprojekt« — Zagreb. Potpunim energetskim iskorištenjem tih vodotoka postiže se prema osnovnom projektu ukupna instalirana snaga svih hidroelektrana od 100 MW uz produkciju električne energije u srednjoj godini od 490 miliona kWh. Hidroelektrana Jaruga predstavlja značajno postrojenje ovog energetskog sistema sa 40% ukupne snage i 32,5% ukupne produkcije tog ekonomski povoljnog energetskog sistema.

Rijeka Krka od izvora do podno Skradinskog Buka ima dužinu 53 km i bruto pad od cca 220 m. Oko 90% raspoloživog bruto pada skoncentrirano je na četiri slapa. Krka je zbog toga vrlo povoljan vodotok za energetsko iskorištenje. Slapovi su građeni od debelih naslaga sedre, što je važna geološka karakteristika rijeke Krke. Nova hidroelektrana Jaruga koristi pad najdonjeg slapa Skradinski Buk, koji predstavlja sa svojim cca 46 m bruto padom oko 21% ukupnog raspoloživog pada rijeke Krke. Tu, na lijevoj obali Krke, postoji od 1906 godine elektrana, ali ona koristi vodnu snagu Skradinskog Buka samo djelomično (5,5 MW). Nova elektrana koristit će cio pad i prirodno jezero stvoreno sedrenom barijerom.

Hitna potreba jednog jačeg energetskog izvora u dalmatinskom basenu, posebno u šibenskom konsumnom području (u blizini industrije aluminija), zahtijeva izgradnju hidroelektrane Jaruge kao prvu iz sistema Krka—Zrmanja, zbog kratkoće i jednostavnosti njene izgradnje, zadovoljavajuće instalirane snage s obzirom na osjetljive konsumente, te veće korisne akumulacije, koja daje toj elektrani vršni značaj, kako za pokrivanje dnevnih vršnova, tako i za preuzimanje opterećenja glavnih konsumenata (Ražine, Lozovac) kroz izvjesno vrijeme, za slučaj kvara na dalekovodima iz daljih izvora energije (Jablanica, Cetina).

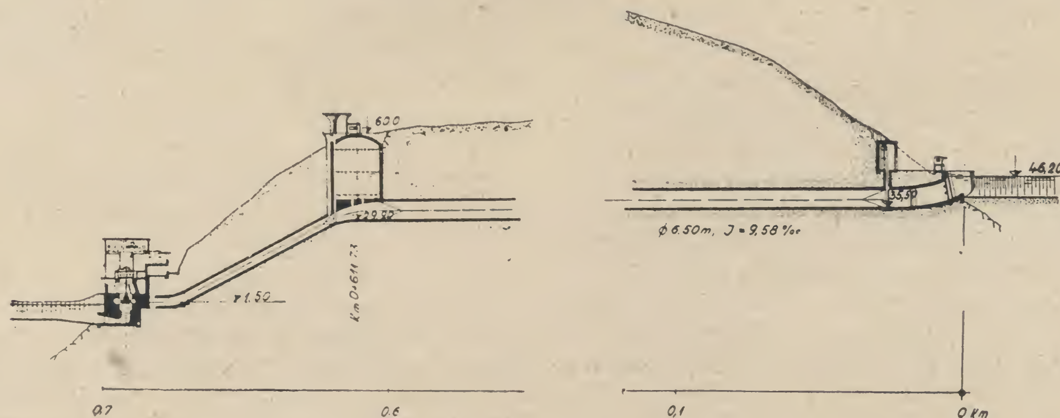
Izgradnja nove elektrometalurške industrije u okolici Šibenika (industrija aluminija u Ražinama i proširenje Elektroželjezare u Šibeniku) naglo će povećati konsum u području Dalmacije. Ostvarenje akumulacije na Peruči popravit će donekle današnje stanje, ali ne će moći ni izdaleka zadovoljiti sve potrebe. Nakon izgradnje nove industrije u Bosni (Zenica, Ilijaš) ostat će malo raspoložive energije iz potpuno izgrađene HE Jablanica.

Nova hidroelektrana Jaruga ima sve karakteristike, koje se mogu tražiti od novog izvora električne energije u tom području. S tih je razloga polovicom 1954 godine završen idejni projekat HE Jaruga u »Elektroprojektu«, Zagreb, a očekuje se, da će se u narednoj godini započeti s građevinskim radovima.



Sl. .1 — Situacija hidroelektrane Jaruga

HE Jaruga je tlačno derivaciono postrojenje s relativno kratkim dovodom. Oko 200 m uzvodno od slapova predviđa se izvedba niskog betonskog praga s krunom na koti 46,20, s ispusnim organima na desnoj obali, koji će služiti za konstantno ispuštanje izvjesnih vodnih količina preko slapova, zbog očuvanja sedrene barijere. Oko 50 m uzvodno od praga na desnoj obali situiran je ulazni uređaj. Tlačni tunel, duljine 611,7 m do vodne komore, prolazi kroz zdravu krečnjačku stijenu. Promjer tunela iznosi 6,50 m. Vodna komora cilindričnog tipa s asimetričnim prigušivačem služi ujedno kao



Sl. 2. — Uzdužni profil postrojenja

razdjelna komora za tlačne cijevne vodove i kao zatvaračnica. Okno vodne komore je čistog promjera 16,55 m. Tri tlačne podzemne kose armirane betonske cijevi, promjera 3,20 m, srednje duljine oko 70 m, služe kao privodi turbinama. Cijevni su vodovi na početku (u vodnoj komori) providđeni tablastim zatvaračima.

Strojarnica i rasklopnica 30 kV situirani su na desnoj obali rijeke Krke podno slapova uz obronak krečnjačkog brda, tako da su strojevi fundirani na stijeni. Do korita rijeke Krke vodi odvodni kanal duljine oko 100 m. U strojarnici smještena su tri agregata s Francis turbinama na vertikalnoj osovini. Ukupna snaga elektrane iznosi 41,6 MW, pa uz veličinu izgradnje od 120 m^3/sec daje produkciju električne energije u srednjoj hidrološkoj godini od 175,8 miliona kWh, uz pretpostavku čisto protočnog rada te uz potpuno iskorištavanje svih vodnih količina do veličine izgradnje.

Odabrana veličina izgradnje od 120 m^3/sec predstavlja vrlo visoku vrijednost s obzirom na trajanje te vodne količine u srednjoj godini od svega 27 dana. No uzevši u obzir akutnost problema vršne energije u dalmatinskom elektroenergetskom sistemu i mogućnost vršnog rada ove elektrane, usvojena je ta veličina izgradnje. Iskorištenje instalirane snage kretalo bi se između 3 580 i 3 800 sati, uz proizvodnu cijenu energije od svega oko 1,5 Din/kWh, što predstavlja vrlo povoljne vrijednosti. Potpuno iskorištenje instalirane snage prema provedenoj analizi može se postići uz djelomično vršni rad u 140 dana u godini.

Razmatranje optimalne veličine izgradnje provedeno je uz zahtjev, da se postignu najmanje mogući troškovi u sistemu. Uvjet minimuma troškova u sistemu bit će ispunjen, kad porast troškova proizvodnje u hidroelektrani po jedinici porasta proizvodnje bude jednak troškovima proizvodnje u termoelektrani. Dakle, do veličine izgradnje, koja ispunjava uvjet minimuma troškova u sistemu, korisno je termoenergiju zamijeniti hidroenergijom povećanjem promatrane hiroelektrane. Ako se gleda HE Jaruga sama za sebe, najmanja cijena električne energije (1,145 Din/kWh) postiže se uz potpuno iskorištenje voda kod veličine izgradnje od $Q_i = 52$ m^3/sec, koji je ispod srednjeg godišnjeg protoka ($Q_{sr} = 57{,}9$ m^3/sec). Međutim, HE Jaruga je u dalmatinskom sistemu u sasvim blizoj budućnosti jedina hidroelektrana koja može raditi djelomično vršnim pogonom, a bez većih preljevnih gubitaka. U svrhu dobivanja slike o ulozi HE Jaruga u dalmatinskom sistemu promatran je njen rad u pokrivanju dijagrama opterećenja ovog sistema u 1957/58 godini, kad je predviđeno maksimalno opterećenje 137,5 MW, a minimalno 96,9 MW. Na toj bazi provedena je analiza, pa je uz pretpostavljenu cijenu termoenergije od 6,0 Din na kWh dobivena optimalna veličina izgradnje, kojoj je vrlo bliza odabrana veličina od 120 m^3/sec.

U analizi je uzeta u obzir potreba stalnog ispuštanja vode preko slapova; međutim, pokazalo se, da je vrlo malen uticaj te veličine na izbor veličine izgradnje.

2. Hidrološki uvjeti

Iza Cetine Krka je najznačajniji krški vodotok srednjeg dalmatinskog krša. Sliv rijeke Krke predstavlja složen problem. Čak i topografski je vrlo teško postaviti granice sliva u pojedinim područjima. Tek prema zaključcima iz podataka o oborinama i vodnim količinama u pojedinim sektorima može se odrediti slivna granica, ali ona se ne smije smatrati u cijelosti čvrstom. Ukupni sliv rijeke Krke do Skradinskog Buka iznosi 2 177 km^2, sa srednjom periodskom visinom taloga od h = 1 337 mm. U svom gornjem toku Krka s pritocima ima znatno viši prosjek oborina. Područja, koja se pružaju prema Dinari i Svilaji, imaju srednji prosjek oborine i preko 2 300 mm.

Od većih pritoka Krka prima samo Butišnicu s desne strane, a s lijeve strane Kosovčicu i Čikolu. Čikola presuši svake godine, ali samo do stalnog krškog vrela Torak, koje se nalazi već pri ušću Čikole u Krku.

Uz površinu sliva od 2 177 km^2 po srednjem teoretskom koeficijentu oticanja morao bi srednji godišnji protok iznositi 58,8 m^3/sec; međutim periodski srednji godišnji protok iznosi 51,11 m^3/sec, pa je slivno područje vjerojatno manje.

Rijeka Krka je dobro osigurana vodokaznom mrežom. Vodokaz uzvodno od Skradinskog Buka postavljen je 1905 god. Konsumpciona krivulja Krke iznad Skradinskog Buka bazirana je na svega dva poznata mjerenja (iz 1936 i 1948 godine). Konsumpciona krivulja, koja potječe iz doba gradnje stare hidroelektrane, provjerena je i korigirana na bazi provedenih mjerenja i na temelju linije specifičnog dotoka kod Skradinskog Buka prema protocima kod Mateša. Na taj način je dobiven dovoljan broj točaka, da se konstruira konsumpciona linija, koja ima oblik

$$Q = 25{,}6 - 116{,}6\ h + 321\ h^2.$$

Srednji periodski protok na osnovu te konsumpcione linije iznosi za period 1923/39 godine

$$Q_{sr} = 51{,}11\ m^3/sec.$$

Motrenja na vodokazu Skradinski Buk vršilo je redovito osoblje postojeće hidroelektrane, s izvjesnim prekidima za vrijeme prošlog rata. Na bazi tih motrenja izrađeni su na slici 3 prikazani diagrami protoka za karakteristične hidrološke godine.

3. Geološki uvjeti

Promatrano područje u morfološkom je pogledu blago valovita krška zaravan s postepenim padom prema moru, u koju su usječene Krka i Čikola.

Gotovo cio tok Krke leži unutar eocenskih i promina naslaga. Te su naslage blago borane i poremećene rasjedima, što je stvorilo predispoziju za stvaranje kraških kanjona daljnjom erozijom. Geološka građa daje punu garanciju pouzdanosti akumulacionog basena.

Iz dobivenih profila bušotina u području projektiranog praga vidi se, da je temeljna kamena podloga u znatnoj dubini ispod raznih riječnih taložina i sedre, čija dubina seže i do 70 m, t. j. 25 m ispod nivoa mora. Na površini bušotine prolaze kroz muljevite ilovine i tresetne tvari, a dalje kroz aluvijalnu raspršitu i diluvijalnu kompaktnu sedru, ispod koje se nalazi eocenski vapnenac. Na kontaktu s vapnencem sedra je izmiješana s riječnim vapnenačkim šljunkom. Iako je geološka građa temeljnog tla za prag slaba, izvedba niskog praga s malim opterećenjem ne će predstavljati problem.

Desni bok, kroz koji je projektiran dovodni tunel, građen je od eocenskih vapnenaca s alveolinima. Vapnenci su u cijelini kompaktni, pa pri izvedbi tunela ne će biti poteškoće.

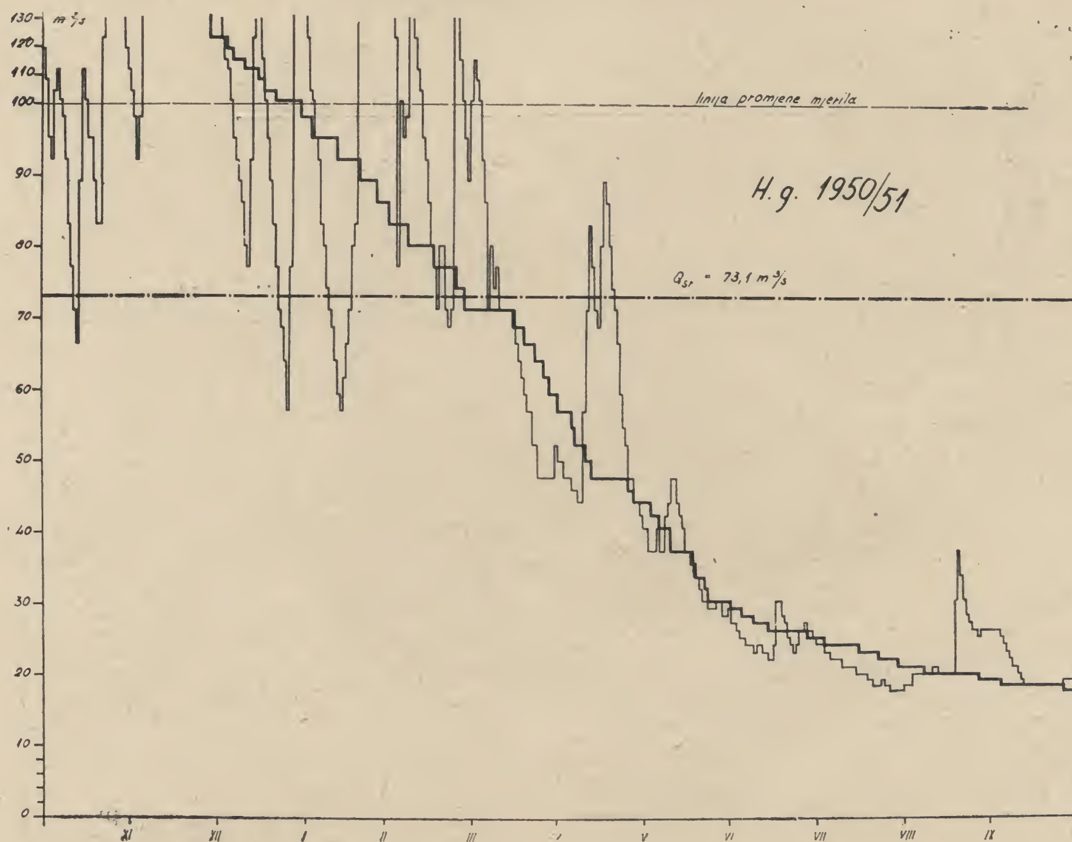
U području strojarnice bušenjem je ustanovljeno, da se vapnenačka podloga produžuje ispod sedre istim nagibom kao i padina brda iznad sedre. S tih je razloga strojarnica tako situirana, da je u cijelosti temeljena na zdravim vapnencima.

4. Opis postrojenja

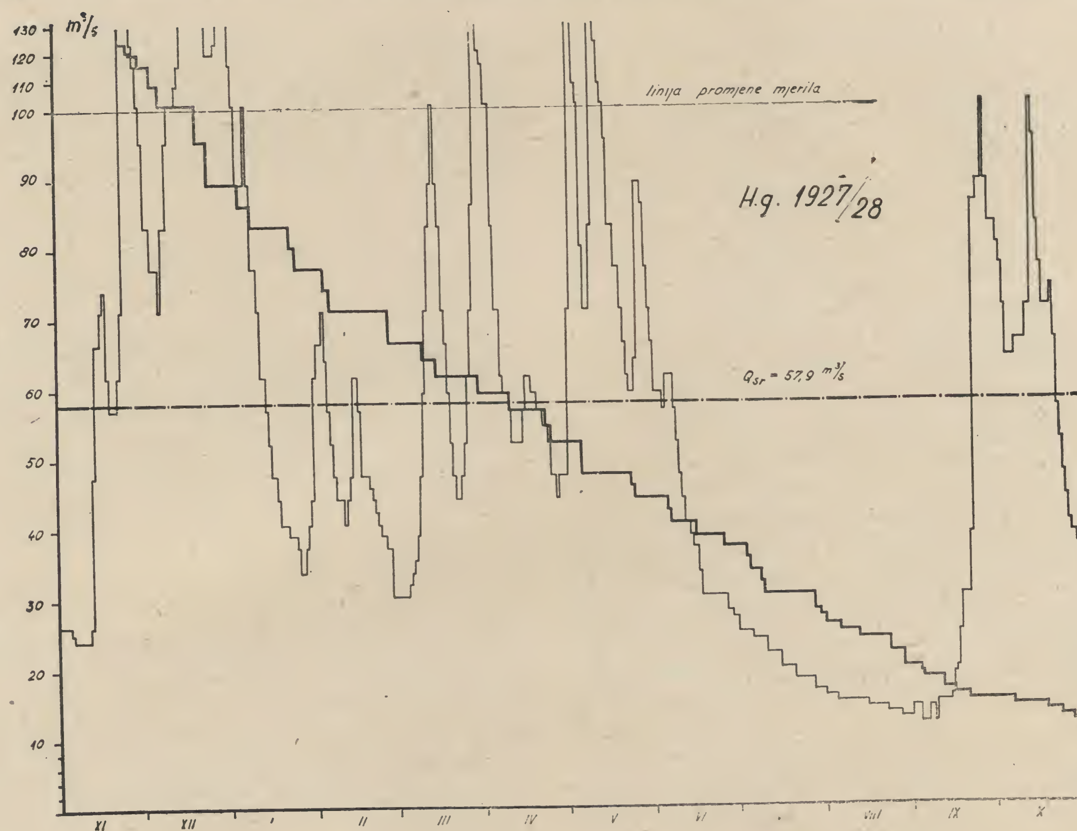
Akumulacija

Prirodno jezero Visovac, stvoreno sedrenom barijerom, služit će hidroelektrani Jaruga kao akumulacija i daje joj poseban značaj. Maksimalni uspor, koji će se postići izgradnjom niskog betonskog praga, predviđa se na koti 46,20. Zbog svoje velike površine od cca 8 km² jezero daje mogućnost elastičnog rada uz dnevna izravnanja sa slojem od gornjih 50 cm.

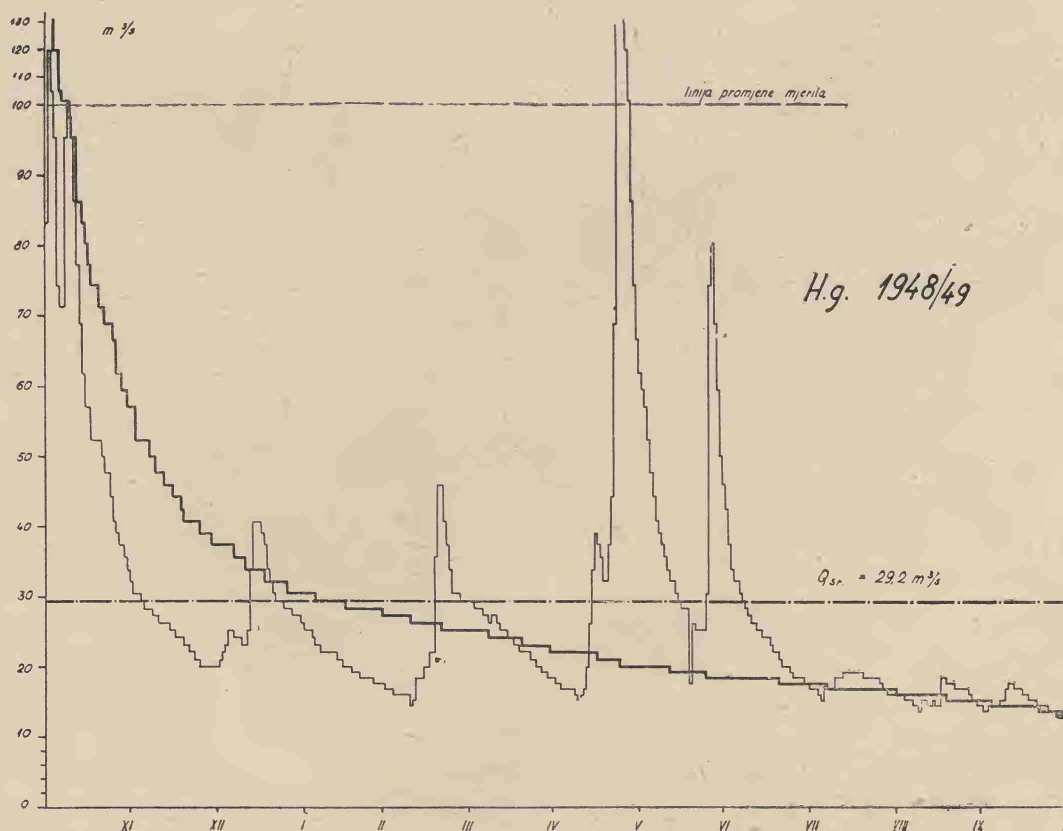
Iz rezultata dobivenih analizom srednje hidrološke godine izlazi, da bi za dekadna izravnanja bila potrebna akumulacija od 8 mil. m³. Zbog nepovoljnih okolnosti na vrelu Torak, gdje je izgrađen zahvat za vodovod »Dalmatinska Zagora«, i u nastojanju za što manjim stalnim oscilacijama jezera, poradi njegovog turističkog značaja, usvojena je gornja vrijednost od oscilacija 50 m, što predstavlja sadržinu od 4,25 miliona m³ vode. Velik je



Sl. 3. a — Diagram protoka i trajanja vodne količine za mokru hidrološku godinu 1950/51.



b) Srednja hidrološka godina 1927/28



c) Suha hidrološka godina 1948/49

Sl. 3. b, c — Dijagrami protoka i trajanja vodne količine

značaj akumulacije za hidroelektranu Jaruga u tome što će ona služiti kao rezerva za pogon elektrane u slučaju kvara na dalekovodima iz daljih izvora električne energije, koji će snabdijevati industrije aluminija Lozovac i Ražine. (Poznato je, da prekidi rada peći u elektrolizama dovode do ogromnih šteta). U tom slučaju može hidroelektrana Jaruga raditi punom snagom kroz dvadesetčetiri sata, koristeći akumulaciju do kote 44,40. Zbog veće elastičnosti pogona svi su objekti dimenzionirani uz pretpostavku pražnjenja jezera do kote 44,00, što bi u krajnjem slučaju bio najniži vodostaj. Ukupna sadržina korisne akumulacije do te kote iznosi 14,75 hm^3.

Ekonomska vrijednost akumulacije Visovac je velika, to više što su minimalne investicije za izgradnju praga u srazmjeru sa dobivenom korisnom akumulacijom.

Prag i ispusne splavnice

Na mjestu praga korito Krke leži u naslagama sedre, koje su formirane u oblicima tipičnim za sedrene naslage naših rijeka. Korito je ispresijecano manjim otočićima, sa bujnom vegetacijom. Eroziono djelovanje vode stvorilo je nepravilne oblike i tok vode usmjerilo u jednu glavnu struju i nekoliko manjih rukavaca, što je naročito izrazito kod manjih voda.

Trasa praga izabrana je tako, da se uz minimalno moguće radove objekat što bolje prilagodi izgledu terena i da na najdubljim dijelovima visina praga ostane što manja.

Prag je udaljen oko 200 m uzvodno od glavnih slapova Krke, pa je dovoljno udaljen, da ne utječe na izgled te prirodne ljepote.

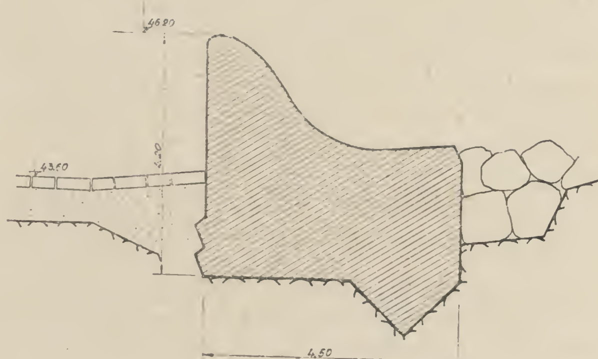
Usvojen je masivni betonski prag, s krunom na koti 46,20. Na izbor tipa praga utjecali su uslovi što manjeg opterećenja sedre, kao nosivog tla (ispod 1 kg/cm^2), što brže i jednostavnije izvedbe i što manje upadljivog objekta, za kakvim se teži zbog sačuvanja prirodnog izgleda terena.

Predviđeno je nekoliko tipova praga, što ovisi o dubini korita, koja je vrlo promjenljiva. Preljevna linija određena je po Creager-Oficerov-u za cca 2 m od uzvodne vertikalne strane. Predviđa se obloga krune praga klesanim kamenom. Slapište je osigurano nabačajem krupnog kamena i betonskih blokova.

Za zaštitu od procjeđivanja predviđen je na uzvodnoj strani sag od naboja ilovače zaštićen betonskim pločama.

Izvedba praga predviđa se u suhom, pod zaštitom zagata u dvije faze izgradnje. Nakon izvršenog iskopa, a prije betoniranja, sondiranjem će se iznalaziti kaverne u sedri, koje će se zapuniti betonom.

Ukupna duljina praga iznosi 355 m, a na cijeloj dužini je kruna preljevna.



Sl. 4. Poprečni presjek praga

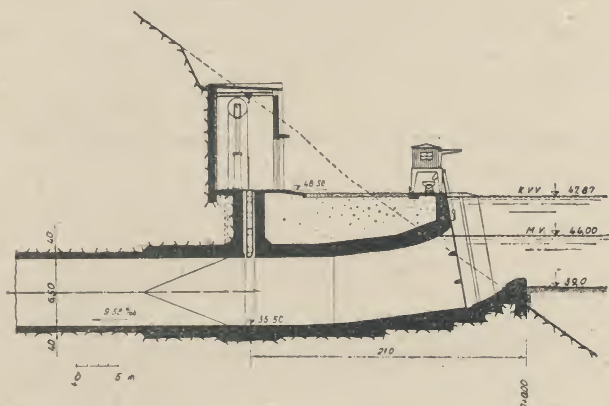
Neposredno pred ulaznim uređajem odvaja se od dovodnog kanala otpusni kanal, koji je u osi praga providen zapornicama, pomoću kojih će se vršiti doziranje vode za ispuštanje preko slapova. Voda se uvodi u donje jezero, odakle se jednolično i prirodno raspoređena prelijeva preko slapova. Kapacitet splavnice kod uspora u Visovačkom jezeru na koti 46,20 iznosi 50 m^3/sec.

Ulazni uređaj

Na desnoj obali, oko 50 m uzvodno od osi praga, situiran je ulazni uređaj kao početak tlačnog tunela.

Dovod vode iz jezera Visovac do ulaznog uređaja predviđen je otvorenim trapeznim kanalom, čije su dno i stranice zaštićene od raslinstva, djelomično betonskom oblogom, a djelomično kamenim zastorom.

Ulazno grlo je široko 23,0 m, a otvor, u kome su smještene fine rešetke i kose gredne zapornice, podijeljen je u tri dijela razdjelnim armiranim betonskim stijenama. Za čišćenje rešetke predviđena je čistilica na motorni pogon, koja će ujedno služiti za posluživanje kosih grednih zapornica. Na udaljenosti od 26,80 m od praga ulaznog ure-



Sl. 5. Ulazni uređaj

đaja smještena je glavna vozna zapornica u otvoru 6,50×6,50 m. Dno tunela je na mjestu zapornice na koti 35,50. Iznad otvora za zapornicu predviđena je zgrada zatvaračnice tlocrta 5,50×10,0 m. U zgradi je smješten uljni servomotor. Pogon je predviđen preko prenosnika, čime se postizava ušteda na visini.

Tlačni tunel

Dovod vode od ulaznog uređaja do vodne komore vrši se tlačnim tunelom čistog promjera 6,50 m ,duljine oko 585 m. Trasa tunela je u pravcu, izuzevši blagi lom neposredno iza zatvaračnice ulaznog uređaja, a niveleta je u jednoličnom padu od 9,58°/oo.

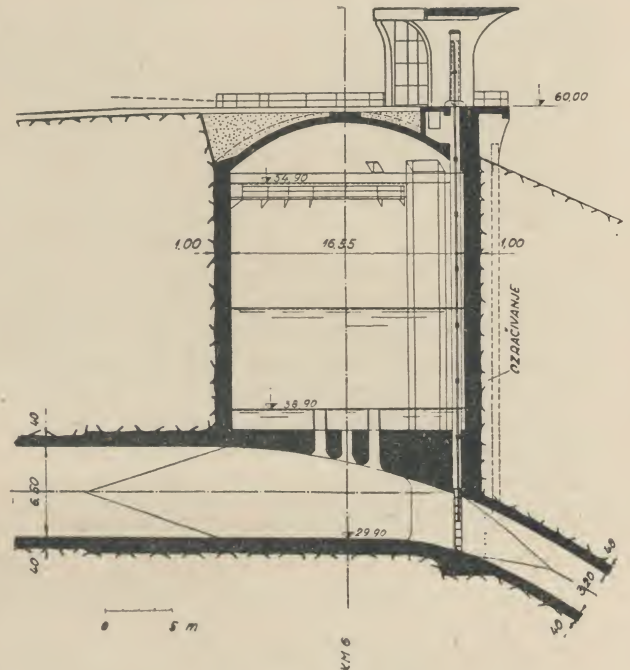
Tunelska trasa prolazi kroz zdrave alveolinske vapnence, a s obzirom na morfologiju terena ne treba očekivati većeg priliva vode.

Predviđa se 40 cm debela obloga od nabijenog betona marke 220. Pomnom ugradnjom kvalitetnog betona treba osigurati propusnost za vodu, a upotrebom dobre drvene oplate smanjiti hrapavost, pa se ne predviđa žbukanje tunelske obloge.

Iako su pritisci vode u tunelu relativno maleni, s obzirom na veliki promjer, treba posvetiti pažnju izvedbi cementnih injekcija.

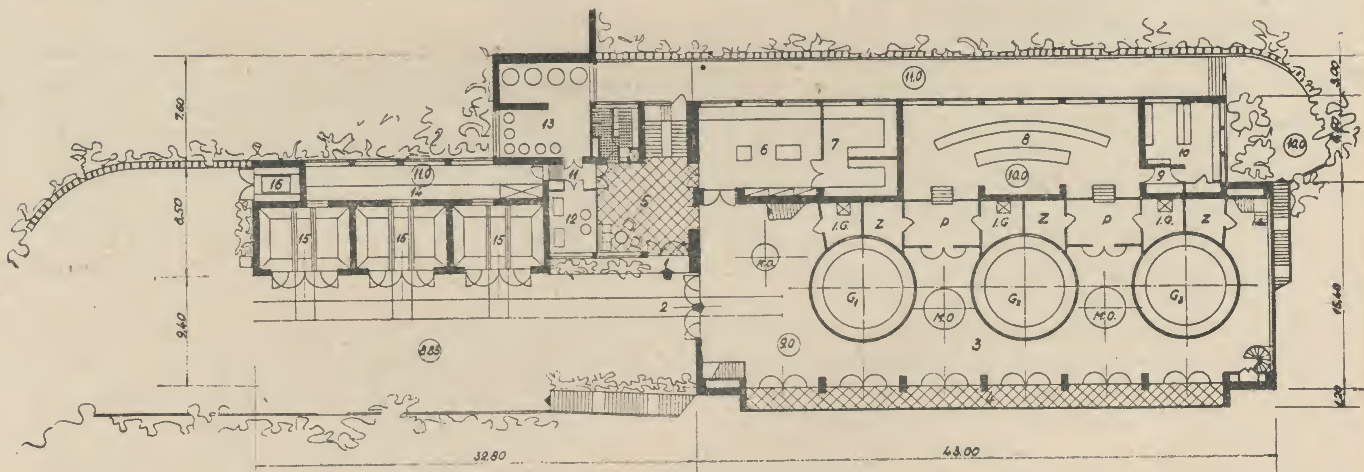
Vodna komora i tlačne cijevi

Vodna je komora cilindričnog tipa s prigušivačem. Čisti dijametar okna vodne komore iznosi 16,55 m, a uslovljen je kriterijem stabiliteta



Sl. 6. Vodna komora

(Thoma). Prigušivač je asimetričan sa koeficijentom asimetrije 2,21. Projekat predviđa postizavanje tako visoke asimetrije prigušivača izvedbom izvjesnog broja otvora u tjemenu tunela, koji su na donjoj strani hidraulički povoljnog oblika, dočim se na gornjoj strani produžuju cijevnim nastavcima. Jedan otvor je bez cijevnog nastavka zbog mogućnosti pražnjenja komore. Broj, dimenzije i



Sl. 7. Strojarnica, tlocrt

Legenda:

1. — *Osobni ulaz*
2. — *Doprema strojeva*
3. — *Strojarnica*
4. — *Balkon — loggia*
5. — *Predvorje*
6. — *Radionica*
7. — *Skladište*
8. — *Kabelski prostor*
9. — *Ustava*
10. — *Akumulatorska baterija*
11. — *Pretprostor*
12. — *Kompresori*
13. — *Uljno gospodarstvo*
14. — *Kabelski kanal*
15. — *Trafo-ćelije*
16. — *Kućni transformator*

G 1—3 — Generatori
M. O. — Montažni otvori
I. G. — Izvodi generatora
Z. — Zvjezdište generatora
P. — Pretprostor

oblike otvora treba ispitati na modelu u hidrotehničkom laboratoriju, a kontrola će se provesti na gotovom objektu. Taj tip prigušivača može se, ako se u pogonu ukaže potreba, regulirati zatvaranjem nekih otvora poklopcem od čeličnog lima.

Oscilacije u vodnoj komori su ispitane računskim i grafičkim putem za ove slučajeve:

a — naglo zatvaranje od 100% do 0,

b — naglo otvaranje od 33% do 83% uz postizavanje konstantne snage i

c — kombinirani manevar naglog zatvaranja od 100% na 10%, a u kritičnom momentu naglog otvaranja od 10%—100% i ponovnog naglog zatvaranja u momentu kada brzina u tunelu poprimi ekstremnu vrijednost.

Analiza provedena za slučaj b) daje za 0,80 m nižu oscilaciju kod otvaranja na konstantnu snagu nego kod otvaranja na konstantni protok.

Slučaj c), koji se primjenjuje kod računa vodnih komora u Italiji, a preporuča ga Mainardis u knjizi »Centrali Elettriche«, kao kritični slučaj za dimenzioniranje vodnih komora, daje za 0,90 m veću maksimalnu oscilaciju od slučaja pod a) i za 0,95 m veću vrijednost minimalne oscilacije od rezultata dobivenog za slučaj b).

Ispod cilindra vodne komore tunel se račva u tri armirane betonske tlačne cijevi. Takova dispozicija omogućava eliminiranje zasunske komore kao posebnog objekta. Tablasti automatski brzi zatvarači 2,2×4,0 m smješteni su na početku tlačnih cijevi, a pogonski uređaj smješten je iznad vodne komore na koti 60,00.

Tri podzemne armirane betonske tlačne cijevi, promjera 3,20 m i srednje duljine oko 70 m, sačinjavaju posljednji elemenat tlačnog dovoda do tri agregata smještena u strojarnici.

Usvojene su armirane betonske tunelske cijevi, koje imaju relativno veliku ekonomsku prednost pred razmatranim čeličnim cijevima.

Dovod kućnoj turbini promjera 0,60 m smješten je iza obloge jedne tlačne cijevi, a priključen je direktno na vodnu komoru. Tako veliki dijametar dovodne cijevi kućne turbine usvojen je zbog mogućnosti vršenja kontrole i čišćenja sedre sa stijenki dovoda.

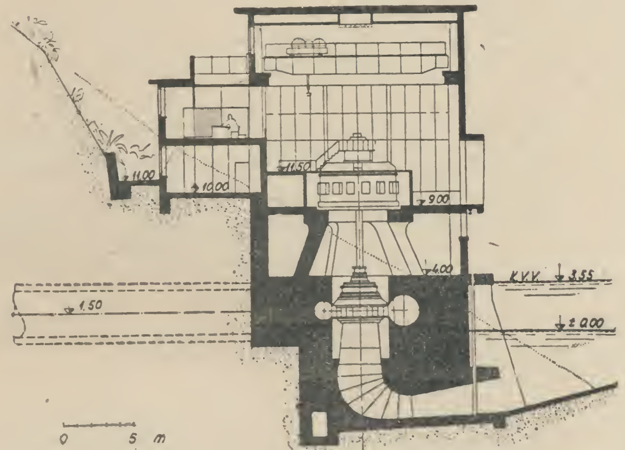
Strojarnica i rasklopnica

Naprijed spomenuti geološki razlozi diktirali su situiranje strojarnice i rasklopnice uz padinu brijega u uzdužnoj dispoziciji objekta u smjeru istok — zapad. Na taj je način omogućeno, da objekti budu temeljeni na čvrstoj stijeni.

Objekat se sastoji od tri dijela, međusobno povezana u jednu cjelinu uzevši u obzir potrebe pogona: strojarnica, rasklopnica i komanda s pomoćnim i upravnim prostorijama.

Strojarnica je najviši dio objekta, i sastoji se iz dvorane strojeva u prizemlju sa tri generatora i podrumskog ili turbinskog prostora. Između glavnog ulaza u strojarnicu i prvog generatora predviđen je montažni prostor, povezan direktno s radionicom i predvorjem rasklopnice.

Predviđeni su trofazni sinhroni generatori, na vertikalnoj osovini, trajne snage 18 000 kVA, kod napona 10,5+10—5% kV, cosφ=0,8 i broja okretaja 187 o/m. Generatori su međusobno spojeni



Sl. 8. Strojarnica, poprečni presjek

platformom na visini od 2,5 m iznad poda, a prostori ispod nje služe za smještaj zvjezdišta i izvoda generatora, te kao pretprostori za vezu s kabelskim prostorom ispod komande.

Iz prizemlja vode dva stubišta u turbinski prostor. Predviđene su normalne spiralne Francis turbine, na vertikalnoj osovini, potroška 40 m^3/sec, kod pada od 42,75 m, a snage na osovini od 20 000 KS. Turbinska spirala je ubetonirana.

Kućni agregat je predviđen sa snagom od 250 kW, s Francis turbinom na horizontalnoj osovini, a smješten je u turbinskom prostoru. Za montažu i demontažu služe 2 dizalice po 50 t nosivosti.

Izborom ekonomične i statički vrlo povoljne armirane betonske konstrukcije nosača generatora u koničnoj formi s ispustima dobiva se u turbinskom katu dovoljno prostora za smještaj pomoćnih uređaja.

S obzirom na kratku udaljenost strojeva od vodne komore, projekat ne predviđa predturbinske zatvarače. To rješenje, uz ekonomske prednosti, donosi i na čistoći dispozicije prostorija, a u ovom slučaju ne povlači za sobom pogonskih mana.

Rasklopnica se sastoji iz prizemlja i dva kata. U prizemlju su smještene trafoćelije, kabelski kanal, prostori za uljno gospodarstvo i kompresore, te predvorje sa glavnim stubištem i sanitarnim prostorijama.

Iz predvorja je direktan pristup u radionicu, koja se nalazi u prizemlju bloka komande. U I. i II.

katu smještene su prostorije za rasklopni uređaj 30 kV, zatim upravne i tehničke prostorije.

Komanda i pomoćne prostorije sačinjavaju jednokatnu prigradnju uz sjevernu stranu strojarnice. U prizemlju je smještena radionica, kabelski prostor komande i akumulatori, a u I. katu komanda, laboratorij, sobe uklopničara i visokofrekventnu telefoniju.

Konstrukcija objekta je armirani betonski skelet s ispunom opeke. Vanjske plohe predviđene su djelomično u kamenoj oblozi.

Odvodni kanal

Od strojarnice do rijeke Krke odvod vode vrši se odvodnim kanalom trapeznog oblika, širine dna oko 33 m i duljine oko 100 m.

Kanal prelazi kroz sedrene naslage i nanosni materijal, tako da će cio iskop moći biti izvršen bagerima.

Pristupna cesta

Pristup strojarnici bit će osiguran cestom Šibenik—Skradin, gdje će se iza novog Skradinskog mosta pristupna cesta strojarnici odvajati uz desnu obalu Krke. Na tom potezu postoji kolni put, koji treba rekonstruirati i osposobiti za teški transport. Duljina ovog poteza iznosi oko 2,9 km.

5. Osvrt na privredu

Utjecaj izgradnje HE Jaruge na poljoprivredu

Današnje minimalne zapažene vode iznad Skradinskog Buka imaju kotu 45,57 m n. m. Projekat predviđa izgradnju praga s krunom na koti 46,20, što u današnjem prirodnom stanju odgovara vodostaju, koji traje 35 dana u srednjoj godini. Kod većih voda minimalno će se podići uspor jezera Visovac, te će iznimno inundirati priobalno zemljište, koje je međutim uglavnom močvarno i bez veće vrijednosti. Prema tome izgradnjom nove elektrane poljoprivreda ne će trpjeti nikakve štete od povećanja uspora jezera Visovac.

Utjecaj izgradnje HE Jaruga na prirodne ljepote i turizam

Za očuvanje vanrednih prirodnih ljepota slapova Krke projekat predviđa mogućnost ispuštanja preko slapova vodne količine do 50 m³/sec kroz ispusne splavnice situirane na desnoj obali u osi praga. Određivanje minimalne vodene količine potrebne za očuvanje prirodne ljepote sedrene barijere bilo je predmet dugih diskusija, koje nisu urodile konkretnim i preciznim odgovorom na to pitanje. Projekat je zato predvidio mogućnost ispuštanja relativno velikih vodnih količina iz Visovačkog jezera i ostavljena je mogućnost da se nakon izgradnje elektrane, na bazi promatranja učinka raznih veličina protoka, dođe do rezultata, koji bi zadovoljavao kako energetske potrebe tako i zahtjev u pogledu konzerviranja te prirodne rijetkosti. Upuštanjem vode u Livadno jezero ne utiče se na prirodno raspoređivanje preljevnih voda preko slapova Krke.

Svi objekti rješavani su tako, da se što bolje prilagode prirodnom okolišu.

Varijacije vodostaja u jezeru Visovac su minimalne, pa, imajući u vidu strme obale Krke i Čikole, ne će utjecati na lijepi izgled tog prirodnog jezera.

Slikoviti otočić Visovac nije ugrožen izgradnjom hidroelektrane, zbog minimalnog povećanja usporne kote jezera Visovac.

Rekonstrukcija ceste, odnosno njeno osposobljavanje za promet od Skradina do hidroelektrane, doprinosi mogućnosti jačeg razvoja turizma u ovom kraju.

Utjecaj izgradnje HE Jaruga na opskrbu vodom

Izgradnja hidroelektrane ne će imati utjecaja na izdašnost vrela podno slapova, kaptiranih novim šibenskim vodovodom.

Vodovod Dalmatinske Zagore crpe vodu iz kraškog vrela Torak, koje se nalazi u dolini Čikole, a na kraju akumulacije za HE Jaruga. Izgradnja vodovoda je u toku. Na jezeru Torak izgrađena je pumpna stanica i djelomično obrambeni nasipi oko vrela, koji su fundirani na nasipu od mulja, prirodno formiranom oko jezera. Vrela Torka su vrlo izdašna, pa je vodostaj u Torku gotovo uvijek iznad vodostaja Čikole. U nasipima su predviđena dva propusta s kotom dna 44,40. Zbog toga kota jezera Visovac diktira kotu u jezeru Torak. U vrijeme pogona HE Jaruga spuštat će se nivo jezera ispod minimalnog nivoa, koji je uvođen u elemente za dimenzioniranje pumpi, pa bi tim momentima bio onemogućen rad pumpne stanice i dobava vode zagorskom vodovodu.

Za rješenje tog problema razmatrane su dvije alternative:

1) izgradnja nizvodnog nasipa oko jezera Torak od nepropusnog materijala, zatvaranje propusta i izvedba preljeva duž cijelog nizvodnog nasipa sa krunom na koti, koja bi u svakom slučaju osiguravala rad pumpi (45,20);
2) izgradnja dodatne pumpne stanice s niskotlačnim pumpama, tako da bi se pumpanje vršilo u dvije stepenice; dodatna pumpna stanica bi bila u pogonu u vrijeme spuštanja nivoa u jezeru ispod kote 45,20.

Rezultati provedenih istražnih radova pokazuje nemogućnost ostvarenja jednostavnijeg i ekonomičnijeg rješenja pod 1) zbog gotovo nikakve nosivosti prirodnog nasipa od mulja. To rješenje uz dane uvjete ne bi davalo nikakve garancije za sigurnost. S tih razloga biće usvojena druga alternativa, koja je doduše pogonski kompliciranija, ali daje pune garancije sigurnosti pogona.

6. Energetski i ekonomski podaci

Energetska razrada provedena je za tri karakteristične hidrološke godine, a uz pretpostavku da se sva proizvedena energija u HE Jaruga može plasirati u energetski sistem. U tabeli 1 dani su rezultati te razrade za slučaj potpunog iskorišćenja vode, uz razne količine vode koje bi se ispuštale preko slapova, a uz pretpostavku čisto protočnog rada elektrane.

Hidrološka godina	Produkcija GWh			
	Uz potpuno iskorištenje voda	Uz ispuštanje preko slapova m³/s		
		5,0	7,0	10,0
mokra 1950/51	197,3	182,0	178,0	170,1
srednja 1927/28	175,8	159,9	153,6	144,9
suha 1948/49	90,4	71,6	63,8	52,4

Tabela 1

Za srednju hidrološku godinu provedena je analiza produkcije uz pretpostavku djelomičnog vršnog rada elektrane, a na bazi pretpostavljenog srednjeg dnevnog diagrama trajanja opterećenja dalmatinskog sistema za 1957/58 godinu. Račun je proveden uz pretpostavku rada elektrane, ne dopuštajući preljevne gubitke. Rezultati te analize dani su u tabeli 2.

Srednja hidrološka godina 1927/28	Produkcija GWh		
	Uz potpuno iskorištenje voda	Uz ispuštanje preko slapova m³/sec	
		5,0	10,0
Vršna energija	44,5	44,33	43,58
Temeljna energija	121,8	106,92	94,89
Ukupno:	166,3	151,25	138,47

Tabela 2

Ta razrada daje nam sliku o vrijednosti HE Jaruga u sistemu, obzirom na njene mogućnosti vršnog rada.

Ukupni troškovi izgradnje tog vrijednog objekta s interkalarnim kamatima, računajući s trajanjem izgradnje od 3 godine, iznose prema cijenama u 1953 godini 3 213,5 miliona dinara, od čega otpada na građevinske radove 785,5 miliona dinara, a na elektrostrojarsku opremu 2 127,9 miliona dinara.

U tabeli 3 dane su proizvodne cijene energije za razne slučajeve rada elektrane i za promjenljive veličine ispuštanja preko slapova, a uz kamatnu stopu od 4%.

Hidrološka godina	Cijena energije Din/kWh					
	Protočni rad uz ispuštanje preko slapova m³/s			Djelomično vršni rad uz ispuštanje preko slapova m³/s		
	0	5,0	10,0	0	5,0	10,0
suha 1948/49	2,62	3,31	4,53	—	—	—
srednja 1927/28	1,35	1,48	1,64	1,43	1,57	1,71
mokra 1950/51	1,20	1,30	1,40	—	—	—

Tabela 3

7. Zaključak

Iz napred iznesenog očito se vide sve povoljne osobine ovog vrlo vrijednog izvora električne energije.

Velika rentabilnost, jednostavnost izvedbe i kratak rok u kome bi elektrana mogla ići u pogon i dati relativno velike količine vrijedne vršne energije, a uz to poslužiti kao rezerva za tamošnju osjetljivu aluminijsku industriju, momenti su koji dovode do zaključka da s radovima na tom objektu treba odmah početi.

NOVO RIJEČNO PRISTANIŠTE U SISKU

Ing. **Jakob Bezlaj**, Zagreb

Naseobina »Siscia« na ušću Kupe u Savu svjedoči o historijskom značaju, koji je grad Sisak imao već u rimsko doba. Tada je ta utvrđena naseobina bila prvenstveno vojno uporište, koje je postepeno dobivalo značaj trgovačkog središta. U to doba nije se Savom plovilo samo do Siska, već i daleko uzvodno do Ljubljane (Emona) i Ljubljanicom do Vrhnike (Nau portus). Veće riječne lađe, koje su plovile po Savi nizvodno od Siska, pretovarivane su u pristaništu Sisak i roba se prevozila uzvodno u manjim lađama.

U novom vijeku su u slovenačkoj Savi poduzimani obimni hidrotehnički radovi u cilju stvaranja povoljnih uslova za plovidbu. Neki od tih radova su više ili manje sačuvani i danas. To su obalni zidovi kod sela Jesenica na hrvatsko-slovenačkoj granici i kod sela Orehova nedaleko od Zidanog Mosta. Još su interesantniji i značajniji plovni žljebovi (kanali) iskopani u živoj stijeni riječnog korita kod Mošćenika i Prusnika u savskoj klisuri između Zidanog Mosta i Litije. Poznato je, da se poslije provedbe prve regulacije iz god. 1737 na tom dijelu Slovenačke Save moglo ploviti lađama nosivosti do 3 tone. Poslije izvedbe druge, velike regulacije, koja je bila dovršena godine 1800, po Slovenačkoj su Savi do Zaloga mogle ploviti lađe nosivosti do 15 tona. Konačno je nakon 1840 godine nosivost lađa na tom plovnom putu dostigla čak 70 tona.

Preko Slovenačke Save Sisak je bio u vezi s velikom pomorskom lukom u Trstu. Riječno pristanište u Sisku bilo je vezano i s pomorskom lukom na Rijeci, preko tako zvane Luizinske ceste, koja vodi preko Karlovca i Gorskog Kotara. Nakon izgradnje Južne željeznice do Siska 1861 godine promet robe se uglavnom usmjerio po željezničkoj pruzi preko Zagreba i Ljubljane na Trst. Izgradnjom pruge Zagreb—Rijeka 1873 godine Sisak je dobio kraću željezničku vezu s pomorskom lukom na Rijeci. Godine 1907 dovršena je konačno još željeznička pruga od Siska do Karlovca preko Petrinje i Gline.

U toku 1870 godine bilo je u Sisku osnovano parobrodarsko društvo, koje je raspolagalo sa više drvarica i bilo je vlasnik brodova »Slavljan« i »Hrvat«.

Tako važno ekonomsko i prometno značenje Siska temelji se prvenstveno na povoljnom geografskom položaju toga grada. Sisak leži na Savi, koja je jedna od najvećih pritoka Dunava. Tok Save je dugačak 940 km, i rijeka je za normalna riječna plovila plovna od Beograda do Siska u dužini od oko 600 km. Od Siska uzvodno može se po Savi — kod povoljnih vodostaja — ploviti i do Rugvice. Dalje je Sava do Litije splavna rijeka, i na nju se kod Zidanog Mosta priključuje Savinja, koja je splavna od Ljubnog. Kupom se redovno plovi samo u području grada Siska, no kod povoljnih vodostaja može se ploviti do Pokupskog i do Karlovca. Dunav je plovan od Regensburga do ušća u Crno more na dužini od 2378 km. Na Dunav se priključuju u Panonskoj nizini brojne plovne pritoke, koje su međusobno povezane plovnim kanalima. Dužina plovnih putova na rijekama i kanalima u našoj zemlji iznosi oko 1800 km.

Geografski položaj Jugoslavije odlikuje se u hidrografskom pogledu time, što Jugoslavija leži u tri osnovna oborinska područja: Crnog, Jadranskog i Egejskog mora. Crnomorsko oborinsko područje, u kom leži područje Save, zahvaća oko 77% površine državne teritorije. Vode s tog područja ulijevaju se u more kroz ušće Dunava, koje je udaljeno oko 1 000 km od hidrografskog centra Dunava kod Vukovara. Na osnovu Dunavske konvencije naša mreža plovnih putova unutrašnje plovidbe ima po internacionaliziranom Dunavu prirodni izlaz u Crno more. U gornjem toku plovni Dunav se priključuje na saobraćajne mreže koje gravitiraju u sjeverne i sjevernozapadne pomorske luke.

Oborinsko područje Save, koje iznosi samo nešto manje od 100 000 km², leži praktično cijelo na teritoriji naše zemlje. To nam pruža vanredno povoljne uslove za njegovo vodoprivredno uređenje, jer je raspolaganje i gospodarenje sa svima vodama savskog oborinskog područja isključivo, suvereno pravo Jugoslavije. U gornjem oborinskom području Save kao i u područjima većih desnih njezinih pritoka postoje bogata nalazišta rudnih, šumskih i drugih prirodnih blaga, što zajedno s povoljnim mogućnostima za korišćenje izvora (vodne sile) pruža idealne uslove za uspješan razvitak raznovrsne industrije. Donje oborinsko područje Save zajedno sa donjim područjima ostalih Dunavskih pritoka leži u ravnici našeg bogatog i najplodnijeg poljoprivrednog područja. Tu se, prirodno, nalazi i najveći dio naše mreže plovnih putova. Postoje objektivni ekonomski i tehnički uslovi za znatno proširenje i dopunu te mreže putem izgradnje sistema Dunav—Tisa—Dunav i spojnog kanala Dunav—Sava od Vukovara do Šamca. Taj kanal skraćuje plovni put na relaciji Vukovar—Sisak za 417 km, a na relaciji Beograd—Vukovar—Sisak za 87 km.

Plovna Sava, kao saobraćajni put praktički neograničene moćnosti, u sastavu podunavskih plovnih putova ima za našu privredu poseban značaj, jer neposredno ili posredno povezuje glavna područja poljoprivredne proizvodnje s industrijskim područjima, odnosno s područjima gdje postoje povoljni uvjeti za izgradnju raznovrsne industrije. Svakako nije potrebno naročito naglasiti privrednu važnost po prirodi dane plovne magistrale, koja

spaja oblasti takvih privrednih struktura, koje se međusobno cjelishodno dopunjuju i usavršavaju. To potvrđuje, da postoje stvarne potrebe da se na privredno važnim točkama Save što prije izgrade suvremeno uređena pristaništa, a i da se uporedo s tim poduzimaju odgovarajući radovi za poboljšanje plovnosti Save.

Sisak je od najbliže pomorske luke na Rijeci udaljen:

po zračnoj liniji	150 km,
po cesti	220 km,
po željeznici	280 km.

Kako se plovna mreža podunavskog plovnog sistema najviše približava obali Jadranskog mora kod Siska, to je prirodno da je pristanište u Sisku još i vrlo važno pretovarno pristanište u prometu robe iz prekomorske trgovine. Modernizacijom i elektrifikacijom pruge Rijeka—Karlovac—Zagreb. pomorska luka na Rijeci će se po svom prometu još više približiti Sisku. Zato će pristanište u Sisku u prvoj etapi izgradnje kombinovane saobraćajne arterije. od prvorazredne međunarodne važnosti Dunav—kanal Vukovar—Šamac—Sava—Kupa —pruga Karlovac—Rijeka imati značajnu ulogu. U krajnjoj fazi izgradnje te kontinentalno-pomorske saobraćajnice tu ulogu će preuzeti pristanište, koje će se izgraditi u Karlovcu. No dotada će se industrija u Sisku toliko razviti, da će sada izgrađeni kapaciteti u pristaništu Siska koristiti povećanim lokalnim potrebama industrije.

*

Prema ranijim statističkim podacima pristanište u Sisku bilo je na trećem mjestu po količini pretovarene robe u riječnim pristaništima Jugoslavije i na prvom mjestu u pristaništima na Savi, što se vidi iz ovih statističkih podataka:

U tonama

Pristanište	Godina 1933	1934	1935	1936	1937	1938
Sisak	97662	151068	145751	119019	120003	143647
Bos. Brod	57312	64664	61868	95799	93836	96094
Bos. Gradiška	50947	58866	64835	66435	53796	50306
Bos. Rača	36182	59901	30807	31034	56400	41847
Brčko	23468	42677	35300	29268	51726	37278
Slav. Brod	13855	25987	32332	30502	16244	20338
Sr. Mitrovica	31720	47637	31555	43648	67116	106032
Šabac	37932	50738	51865	68450	71359	108203
Zabrežje	31675	53680	47049	48411	84026	68449

Posljednih godina pretovar robe u pristaništu Sisak se povećao. Prosjek pretovara robe iznosi oko 100 000 tona. Maksimum pretovara robe bio je pred rat oko 150 000 tona, a poslije rata 210 000 tona, kako je to prikazano u narednom pregledu prometa robe u pristaništu Siska za vremensko razdoblje od 1925 do 1951 godine.



Slika 1 — Sisačka luka i silos — danas

Godina	tona	
1925	62 634	
1926	88 636	
1927	113 008	
1928	114 723	
1929	87 194	
1930	*150 102*	predratni maksimum
1931	83 784	
1932	77 453	
1933	66 594	
1934	101 495	
1935	113 933	
1936	86 008	
1937	78 632	
1938	*106 106*	*predratni prosjek = 95 715 t*
1946	50 000	
1947	50 000	
1948	90 000	
1949	130 000	
1950	*210 000*	maksimum poslije oslobođenja
1951	141 000	
	111 833 tona	prosjek poslije oslobođ.

Zbog vrlo lošeg općeg, a pogotovo tehničkog stanja i potpuno nedovoljnog kapaciteta postojećeg pristaništa u Sisku, nastupaju vrlo česti zastoji i prekidi na pretovaru robe. To se negativno odražuje na rentabilitet riječnog saobraćaja u dangubama plovila i željezničkih vozila i u pretjerano velikim pretovarnim troškovima. Kod niskih i vrlo niskih vodostaja u Kupi pretovar se robe u pristaništu Sisak obustavlja. Toga radi postaje transport robe plovilima neredovan i nesiguran, pa korisnici transportnih usluga nerado koriste za svoje transportne potrebe riječni plovni put, koji inače — sa svojim specifičnim tehničko-eksploatacionim i drugim preimućstvima, a naročito sa svojim niskim prevoznim stavovima — može imati prvenstvo u transportu masovnih količina robe na veće udaljenosti. Takav transport masovnih količina robe pojavljuje se redovno u centrima sa razvijenom industrijom. To je sada slučaj baš u Sisku, gdje su pored ostale industrije izgrađeni i još se razvijaju veliki industrijski kombinati »Željezara Sisak« i Rafinerija nafte.

Koliki su tekući direktni gubici riječno-brodarskih poduzeća zbog lošeg stanja pristaništa u Sisku, utvrđeno je na osnovu analiza rada plovila u tom pristaništu za vrijeme 1951 i 1952 godine. Proučavanjem naročito za to prikupljenih podataka pokazalo se, da je u navedenim godinama bilo prosječno godišnje samo zbog nedovoljne pretovarne mogućnosti pristaništa ukupno 423 dana dangube šlepova. U pristaništu su šlepovi čekali na istovar odnosno utovar i po nekoliko desetina dana. Taj gubitak izražen u novcu predstavlja vrijednost od oko 8 500 000 Din godišnje. Pored tog gubitka pojavljuju se još štete od praznih vožnji plovila. Odnos između dovoza i odvoza robe u pristaništu Sisak vrlo je nepovoljan i kreće se u srazmjeri 1 : 3. Uređeno pristanište privlači na sebe robu, pa se opravdano pretpostavlja, da će taj odnos poslije izgradnje novog pristaništa biti znatno povoljniji.

U cilju poduzimanja odgovarajućih, prijeko potrebnih mjera za uklanjanje štetnih posljedica, koje dolaze od lošeg stanja i nedovoljne moćnosti pristaništa u Sisku, izvršena su podrobnija ekonomska i tehnička proučavanja te konzultiranje sa zainteresovanim. Na osnovu toga došlo se do zaključka, da postojeće pristanište ni po svojoj lokaciji, ni po tehničko-eksploatacionom stanju ne zadovoljava sadašnjim potrebama i da nema objektivnih mogućnosti da se to pristanište proširi i osposobi za pretovar robe, koja će se u vezi s izgradnjom industrije i pojačanjem tranzitnog prometa robe pojaviti u Sisku. Prema suvremenim pojmovima o riječnim pristaništima može se opravdano tvrditi, da u Sisku pristanište kao takvog i nema. Za pretovar robe u Sisku se sada uglavnom koristi lijeva obala Kupe na relativno maloj dužini. Pretovarna moćnost pristaništa je vrlo malena. Uzroci tome su: velike i česte promjene vodostaja i vanredno visoka razlika između razina najviše i najmanje vode. Ta razlika iznosi cijelih 10 metara, što je vrlo mnogo. Neprikladan tip operativne obale: obala je kosa ravan taracana lomljenim kamenom. Zbog kosine obala i velikih razlika u vodostajima pristup plovila ka pretovarnim uređajima kod niskih vodostaja vrlo je težak, a kod posve niskih vodostaja skoro nemoguć. Pri takvom stanju ručni pretovar robe je skoro isključen. Na obali postoji sada samo jedna, stara, dotrajala parna dizalica, nosivosti 3—6 tona, kapaciteta 180 do 250 tona dnevno. Sada je puštena u pogon pomoćna električna dizalica. Željeznički kolosjeci na obali su nedovoljni i u vrlo lošem stanju. Na obali nema slobodnog prostora za skladištenje robe. Zbog stalnog taloženja nanosa, koji donosi Kupa, plovni put od ušća Kupe do pristaništa se mora često produbljivati jaružanjem, koje nije efikasno. Uspjeh jaružanja je kratkotrajan. Za vrijeme niskih vodostaja manevar plovila u Kupi je zbog nedovoljne širine plovnog puta vrlo otežan i poradi toga nastaju gubici u vremenu, pa se i plovila troše i kvare u povećanoj mjeri.

Pored navedenog pristaništa u Sisku, u kome se uglavnom vrši pretovar tranzitne robe, u Sisku-Predgrađe na desnoj obali Kupe vrši se pretovar sirove nafte i proizvoda Rafinerije. Nešto nizvodnije se vrši pretovar drvene građe za Industrijsko drvno poduzeće. Na tim pretovarištima obale nisu obrađene i opremljene su primitivnim pretovarnim uređajima. Zbog naglog širenja industrijskog područja u Sisku-Predgrađe, nekada pravilno, nizvodno od grada locirana postrojenja i pristanište Rafinerije našla su se sada u položaju, koji s obzirom na opasnost od požara i eksplozija ne odgovara.

Potreba uređenja odnosno izgradnje novog, suvremenog pristaništa u Sisku uočena je bila još pred rat. Povećanjem prometa tranzitne robe i naročito forsiranom izgradnjom industrije u Sisku, stvorilo se poslije oslobođenja stanje, koje traži hitnu izgradnju novog pristaništa. Problem izgradnje pristaništa kao sastavnog dijela urbanističkog uređenja grada, zahtijeva da se u pogledu lokacije, veličine i načina izgradnje kao i u pogledu izbora vrste i kapaciteta pretovarnih uređaja za pristaništa izvrše kompleksna proučavanja i istraživanja. Zato su održana o izgradnji novog pristaništa na Narodnom sveučilištu u Sisku i u DIT-u Zagreb predavanja sa diskusijom. Na taj se način moglo čuti, šta misle o tome problemu zainteresirani građani Siska i stručnjaci. Zatim je preko Narodnog odbora grada u Sisku formiran poseban odbor, sa zadatkom da se brine o problemima oko projektiranja i izgradnje novog pristaništa. U tom odboru učestvuju pored predstavnika grada i potrebnih stručnjaka još i predstavnici zainteresiranih poduzeća iz Siska.

Kada je odbor usvojio od strane stručnjaka izgrađeni projektni zadatak, naručena je bila izrada

idejnog projekta pristaništa u Sisku. U projektnom zadatku bilo je naročito naglašeno, da u sastavu idejnog projekta treba dati podrobnu ekonomsku dokumentaciju s analizom i obrazloženjem lokacije te potrebe i veličine izgradnje pristaništa u Sisku, zajedno sa računima rentabiliteta, sve na osnovu prikupljenih podataka o potrebama transporta robe za gradsko stanovništvo, industriju, kao i za tranzitnu robu. U toku sastavljanja projektnog zadatka i diskusije o njemu utvrđeno je, da se lokacija pristaništa u Sisku ne može pravilno odrediti, ukoliko prethodno ne dođe do konačnog rješenja željezničkog čvora u Sisku. Zato je projektni zadatak bio proširen tako, da je u njemu bila obuhvaćena još i izrada osnovnog projekta željezničkih postrojenja i veza u Sisku. Izrada projektnog elaborata povjerena je bila Urbanističkom institutu NRH iz Zagreba uz suradnju Projektantskog zavoda rečnog saobraćaja iz Beograda. Te organizacije su uz sudjelovanje vanjskih suradnika organizirale kolektivni rad stručnjaka: ekonomista, hidrotehničara, konstruktera, specijalista za pretovarnu mehanizaciju, specijalista za željeznička postrojenja, za urbanizam i dr.

Uska suradnja navedenih stručnjaka dala je dobar rezultat. Projektni elaborat bio je izrađen u relativno kratkom vremenu. Pored opširne ekonomske dokumentacije elaborat sadrži tehničko rješenje željezničkog čvora u četiri varijante i tehničko rješenje pristaništa u dvije varijante.

U ekonomskom dijelu elaborata je na osnovu analiza statističkih podataka o privredno-društvenoj strukturi Siska utvrđeno, da je privredni život grada u osnovi vezan za industriju. Trgovina u gradu služi skoro isključivo podmirivanju potreba u robi široke potrošnje građanja samog Siska i stanovnika okolnih sela i naselja. Predmeti široke potrošnje redovno ne predstavljaju vrstu robe, koja bi za transport koristila vodni put, i zato se s te strane ne mogu očekivati povećanja prometa robe u pristaništu. U obzir dolaze jedino manje količine ogrjevnog drveta, dok se ugalj u Sisak dovozi željeznicom, jer nema ugljenokopa u blizini plovnog puta. Građevinski materijal se jednim dijelom proizvodi u samom gradu i u neposrednoj okolini.

Na osnovu podrobnih proučavanja prikupljenih podataka o potrebama prijevoza sirovina i gotove robe za industrije i poduzeća u Sisku utvrđeno je putem pojedinačnih transportno-tarifskih analiza za željeznički i riječni promet, da se mogu postići znatne uštede, ako bi industrije i ostala poduzeća koristila za svoje potrebe usluge riječnog saobraćaja. U tom pogledu prvenstveno dolaze u obzir Željezara, Rafinerija i Žitni fond. Prosječne godišnje količine robe, koje bi se mogle racionalnije transportirati plovilima za navedene korisnike, iznose približno:

za Željezaru: 190 000 tona (odnosno 270 000 tona);

za Rafineriju: 100 000 tona (zajedno sa tranzitom sirove nafte);

za Žitni fond: 40 000 tona.

Željezara Sisak, koja je postala moćni metalurgijski zavod za proizvodnju sirovog i valjanog željeza, ima toliki kapacitet, da već sada zahtijeva godišnje oko 1 000 000 tona prometa sirovina i proizvoda. Zasada se pretežno transport te robe obavlja željeznicom. Kako je naprijed izneseno, od ukupne količine robe, koju treba transportirati za Željezaru, dolazi u obzir da se transportira vodnim putem oko 190 000 tona, odnosno 270 000 tona godišnje. Razliku između 270 000 tona i 190 000 tona predstavlja transport rude. Skoro sva potrebna količina rude se sada prevozi željeznicom, najviše iz rudnika Ljubije. Kako su zalihe rude u tom rudniku relativno male i kvalitet te rude je takav, da se može korisnije upotrebiti za proizvodnju željeza bolje vrste, koje proizvode druge Željezare, nije isključeno, da će se u skoroj budućnosti povećati količine rude, koje će se dopremati u Sisak vodnim putem iz drugih rudnika. U tom bi slučaju prosječni godišnji kapacitet transporta za Željezaru vodnim putem iznosio 270 000 tona.

Rafinerija se stalno proširuje, pa se time povećavaju i potrebe u transportu njezinih proizvoda. Upoređivanjem tarifnih stavova za željeznički i riječni transport utvrđeno je, da se omjer troškova prijevoza na veće relacije za proizvode Rafinerije kreće između 1 : 4 do 1 : 6, u korist transporta vodnim putem.

Osim toga, Sisak dolazi u obzir i kao tranzitno pristanište za inozemna tečna goriva za Rafineriju u Bos. Brodu i ostale prerađivače i potrošače uz Savu i Dunav. S obzirom na stalni porast motorizacije u zemlji treba očekivati i povećanje transporta tečnih goriva. U statističkim podacima promet tečnih goriva u pristaništu Sisak zasada je relativno slab. Uzrok je tome, što u Sisku nema pogodnog mjesta za pretovar te vrste robe i što naša brodarstva još ne raspolažu u dovoljnoj mjeri s potrebnim plovilima za tu vrstu robe — tankovima. No u investicionoj izgradnji riječnog plovnog parka predviđa se već sada znatno povećanje tovarnog prostora u tankovima.

Žitni fond u Sisku raspolaže u svom silosu s prosječnim godišnjim kapacitetom od 50 000 tona žitarica. Međutim, potreba je znatno veća, i ona iznosi oko 100 000 tona godišnje. Zbog nedovoljnog kapaciteta silosa, a naročito uslijed lošeg stanja pristaništa i plovnih putova u našoj zemlji, prenose se u smjeru istok-zapad, dakle uporedo sa plovnom Savom, vrlo velike količine žitarica željeznicom. To je za narodnu privredu očigledna šteta. Izgradnja novog pristaništa u Sisku utjecat će na povećanje brige i staranja za urednost riječnog saobraćaja na Savi, pa će se nakon toga žitarice prenositi jeftinijim plovnim putem. To će doprinijeti sniženju cijena mlinskih proizvoda, ko-

jima se opskrbljuju industrijska mjesta u zapadnim, brdskim predjelima naše zemlje.

Na temelju izvršenih detaljnih analiza i uporednih kalkulacija troškova transporta robe na željeznici i plovnom putu za razne korisnike, po vrstama robe, sastavljeni su bili naredni tabelarni pregledi:

vrste robe, koje se mogu prevoziti na plovnom putu ili kombinirano, umjesto samo po željeznici. Pošto se pojedine vrste robe, koje dolaze, odlaze ili prolaze u Sisak, transportiraju i van granica naše zemlje, to se u uštedama pojavljuju i devizni dinari, koji su od naročite važnosti u borbi za našu platnu bilancu sa inozemstvom. U narednom pre-

Tabelarni pregledi ukupnog godišnjeg prometa robe u pristaništu Sisak za razne varijante.

a) *Pristanište na Savi*

Red. br.	Korisnik	Ukupno		Dovoz		Odvoz	
		tona	%	tona	%	tona	%
1	Željezara	191 000	36,0	149 000	28,0	42. 000	8,0
2	Rafinerija	101 000	19,0	—	—	101 000	19,0
3	Silos	40 000	7,5	40 000	7,5	—	—
4	Tranzit	200 000	37,5	156 000	29,5	44 000	8,0
	Svega	532 000	100	345 000	65,0	187 000	35,0

b) *Pristanište u basenu — prijevoz rude željeznicom*

Red. br.	Korisnik	Ukupno		Dovoz		Odvoz	
		tona	%	tona	%	tona	%
1	Željezara	267 000	44,0	149 000	24,5	118 000	19,5
2	Rafinerija	101 000	16,5	—	—	101 000	16,5
3	Silos	40 000	6,5	40 000	6,5	—	—
4	Tranzit	200 000	33,0	156 000	25,5	44 000	7,5
	Svega	608 000	100	345 000	56,5	263 000	43,5

c) *Pristanište u basenu — prijevoz rude plovnim putem*

Red. br.	Korisnik	Ukupno		Dovoz		Odvoz	
		tona	%	tona	%	tona	%
1	Željezara	487 000	59,0	369 000	44,5	118 000	14,5
2	Rafinerija	101 000	12,0	—	—	101 000	12,0
3	Silos	40 000	5,0	40 000	5,0	—	—
4	Tranzit	200 000	24,0	156 000	19,0	44 000	5,0
	Svega	828 000	100	565 000	68,5	263 000	31,5

Uporedo sa utvrđivanjem naturalnih pokazatelja, određeni su bili i financijski pokazatelji, koji u krajnjoj liniji označuju, kakve se godišnje uštede mogu postići na troškovima transporta za one

gledu prikazane su za pojedine korisnike svote (uštede), koje predstavljaju razliku između godišnjih troškova transporta pojedinih vrsta robe po željeznici i na plovnom putu.

Red. br.	Korisnici	Godišnje uštede na transportu robe		
		Ako se pristanište gradi: na Savi	u basenu	Od toga u ļeviznim dinarima
		Din	Din	Dev. din.
1	Željezara	63 403 000	136 598 000	75 812 100
2	Tranzitna roba	30 198 000	28 764 500	10 009 000
3	Rafinerija i tranzit sirove nafte	249 900 671		9 634 671
4	Silos — Žitni fond	52 913 000		
	Ukupno:	396 414 671	468 176 171	95 455 771

Zbog činjenice, da industrija u Sisku-Predgrađe, a naročito Željezara, ima srazmjerno velike potrebe na transportu one vrste robe, koja se može prenositi vodnim putem, prirodno je da se pristanište locira u neposrednoj blizini Željezare. U uskoj povezanosti s rješavanjem opće saobraćajne problematike željezničkog čvora Sisak došlo se do zaključka, da je i pristanište za trgovačko-tranzitnu robu korisno locirati u blizini željezničke stanice Sisak-Predgrađe. Što se tiče uže lokacije pristaništa za željezaru i trgovačku tranzitnu robu, u elaboratu su proučene i obrađene dvije varijante.

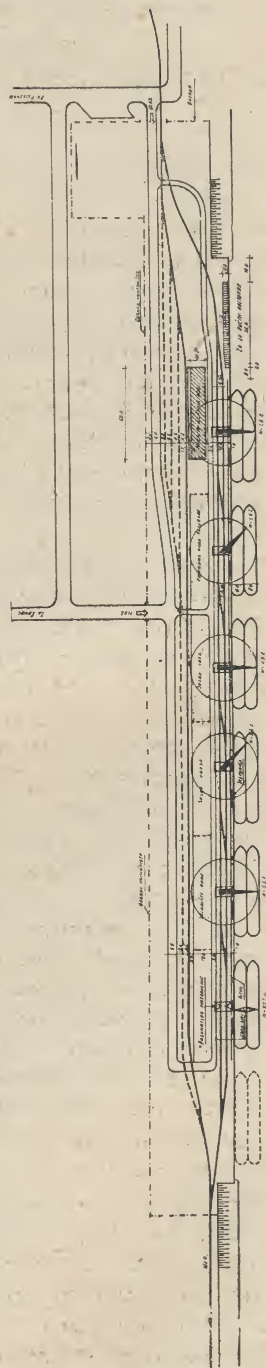
Po prvoj, »A« varijanti (slika 2) pristanište je locirano na desnoj obali Save nizvodno od postojeće nove crpne stanice, koja opskrbljuje Željezaru industrijskom vodom. Pristanište je udaljeno od kruga Željezare i od željezničke stanice 1,5—2,0 km. To zahtijeva, da se roba dva puta pretovaruje i prenosi između Željezare, odnosno željezničke stanice i pristaništa u željezničkim vagonima ili na drugi koji način (transporterima, žičarom). Usvojen je prijenos u željezničkim vagonima. Kako je pristanište na otvorenoj rijeci s velikom amplitudom vodostaja, to je projektovani vertikalni obalni zid od armiranog betona s temeljima na pilotima vrlo visok. Visoki vertikalni obalni zidovi su dosta skupi, a i pretovar robe je zbog velike visine manje pogodan. Izgradnja tog pristaništa se može vršiti u etapama. Nakon dovršenja pojedinih etapa izgrađeni dio pristaništa se već može koristiti za pretovar robe. Postoji mogućnost proširenja pristaništa poradi eventualno potrebnog povećanja kapaciteta.

Pristanište za industrijsku i trgovačko-tranzitnu robu po drugoj varijanti »B« (slika 3) locirano je u posebnom basenu. Basen je smješten neposredno uz skladišni prostor za rudaču i koks (rudni dvor) Željezare u produženju željezničke stanice. Sa druge strane basena je smještena operativna obala za pretovar trgovačko-tranzitne robe. Pristanišni basen je u spoju s rijekom Savom, preko kraćeg plovnog kanala (dužina cca 1 700 m) i brodarske ustave. Razina normalne vode u basenu i u plovnom kanalu je s obzirom na konfiguraciju terena i geomehanički sastav tla usvojena na koti 102,00, što je oko 2 m iznad razine najviše visoke vode na Savi kod Siska. To zahtijeva, da se voda za pokriće gubitka vode u basenu i kanalu kao i pogonska voda za propuštanje plovila kroz brodarsku ustavu crpi iz Save u kanal. Zbog uštede pogonske vode, brodarska ustava je opremljena štednim komorama. Visoko položena razina vodnog lica u pristanišnom basenu i velika amplituda ekstremnih vodostaja Save zahtijeva konstruktivnu visinu brodske ustave od oko 16,00 m. Brodska ustava s tako velikom visinom, u vezi sa štednim komorama, a naročito s obzirom na specifične geomehaničke osobine tla, predstavlja zamašan i vrlo skup hidrotehnički objekat. Taj razlog, pored toga što se izgradnja pristaništa za industrijsku i trgovačku tranzitnu robu po drugoj varijanti »B« ne može izvoditi u etapama, bio je presudan, da je reviziona komisija donijela odluku, da se usvoje rješenje po prvoj varijanti »A«. Za donošenje takve odluke bila je od utjecaja i visina ukupnih pretovarnih troškova zajedno s troškovima prenosa robe na relaciji obala Save—skladište industrije (Željezara) i obratno. U ekonomskom proučavanju tih troškova utvrdilo se naime, da je rješenje po drugoj varijantti »B« povoljnije od rješenja po prvoj varijantti »A«, ako se ti troškovi promatraju samo sa strane transporta vodenim putem. Međutim, ako se uzmu u obzir i ukupni željeznički troškovi, koji rezultiraju iz rješenja željezničkog čvora u Sisku nametnutog rješenjem pristaništa po varijanti »B«, tada su troškovi pretovara i prenosa po toj varijanti »A« povoljniji.

Rješenje željezničkog čvora u Sisku je još prije rata bio ozbiljan i aktuelan problem. Izgradnjom Željezare i proširenjem Rafinerije u tijesnoj vezi s potrebom izgradnje novog pristaništa taj problem postao je još komplikovaniji, a i akutniji. Zato se postavio u projektanskom zadatku zahtjev, da se uporedo s izradom idejnog projekta novog prista-

ZA ZAGREB
KUPA
RAFINERIJA NAFTE
PRIST. ZA TEČNO GORIVO
ZA PETRINJU
ŽELJ. ST. SISAK PREDGRADJE
ŽELJEZARA SISAK
LOŽIONICA
TERETNA STANICA ZA ŽELJEZARU
ZA SUNJU
ŽELJ. ST. ZA PRISTANIŠTE
PRISTANIŠTE Z: INDUSTR. I TRANZIT
SAVA
Legenda
Putevi
Željeznice
Postojeća želj. stanica
Nove i proširene želj. st
Postojeći tok Save i Kupe
Regulirane vodne površine

Slika 2 — Opća situacija, varijanta »A«

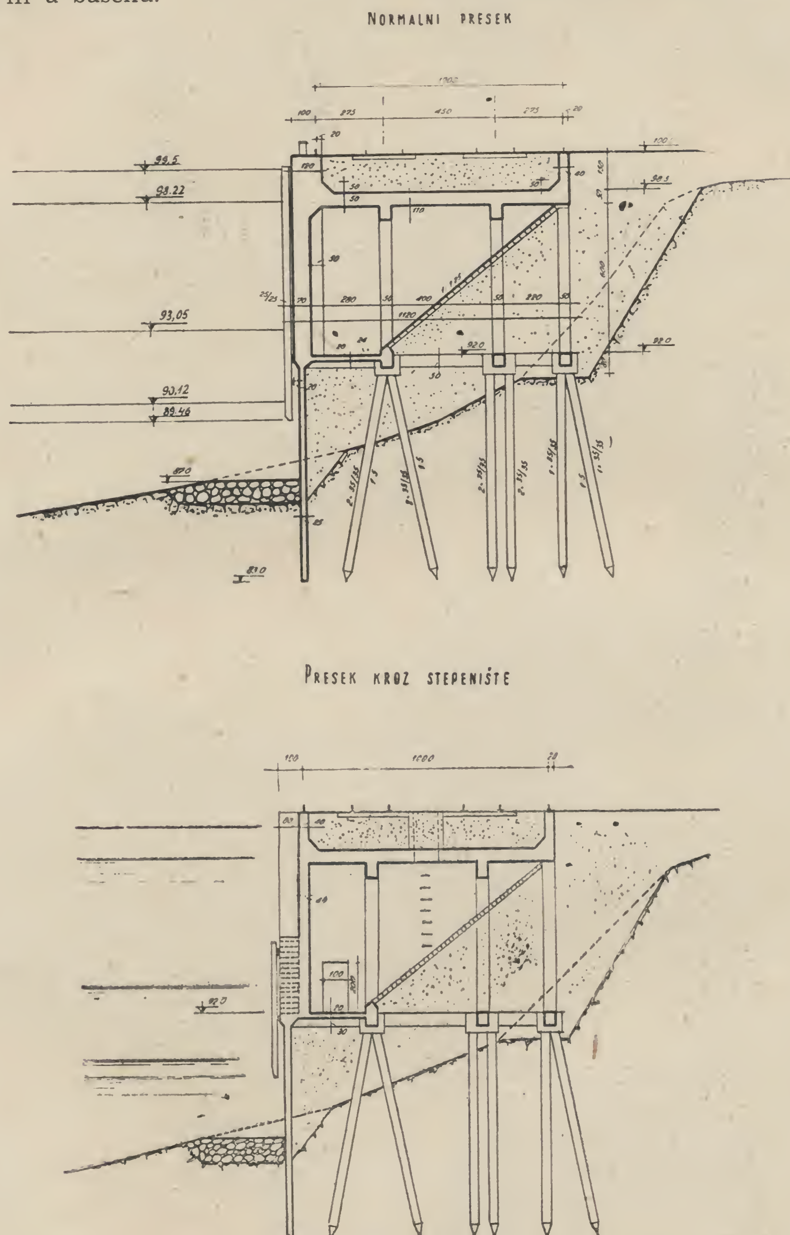


Slika 3 — Situacija pristaništa, varijanta »A« (projekt ing. I. Obradovića)

ništa temeljito prouči rješenje željezničkog čvora i izradi odgovarajući osnovni projekat.

Kod rješavanja željezničkog čvora sa čisto željezničke strane razmatrane su bile četiri varijante. Svaka od njih podjeljena je u dvije podvarijante, prema tome, da li je rješavana u vezi s lokacijom pristaništa na Savi ili u basenu.

jeća stanica Sisak-Predgrađe proširuje u ranžirni kolodvor, a u njegovom produženju, sjeverno od Željezare predviđena je lokacija ložione. Takvo rješenje se opravdava naročitom karakteristikom prometa u željezničkom čvoru Sisak. Tu ima promet ili tipičan tranzitni karakter, ili je ranžirni

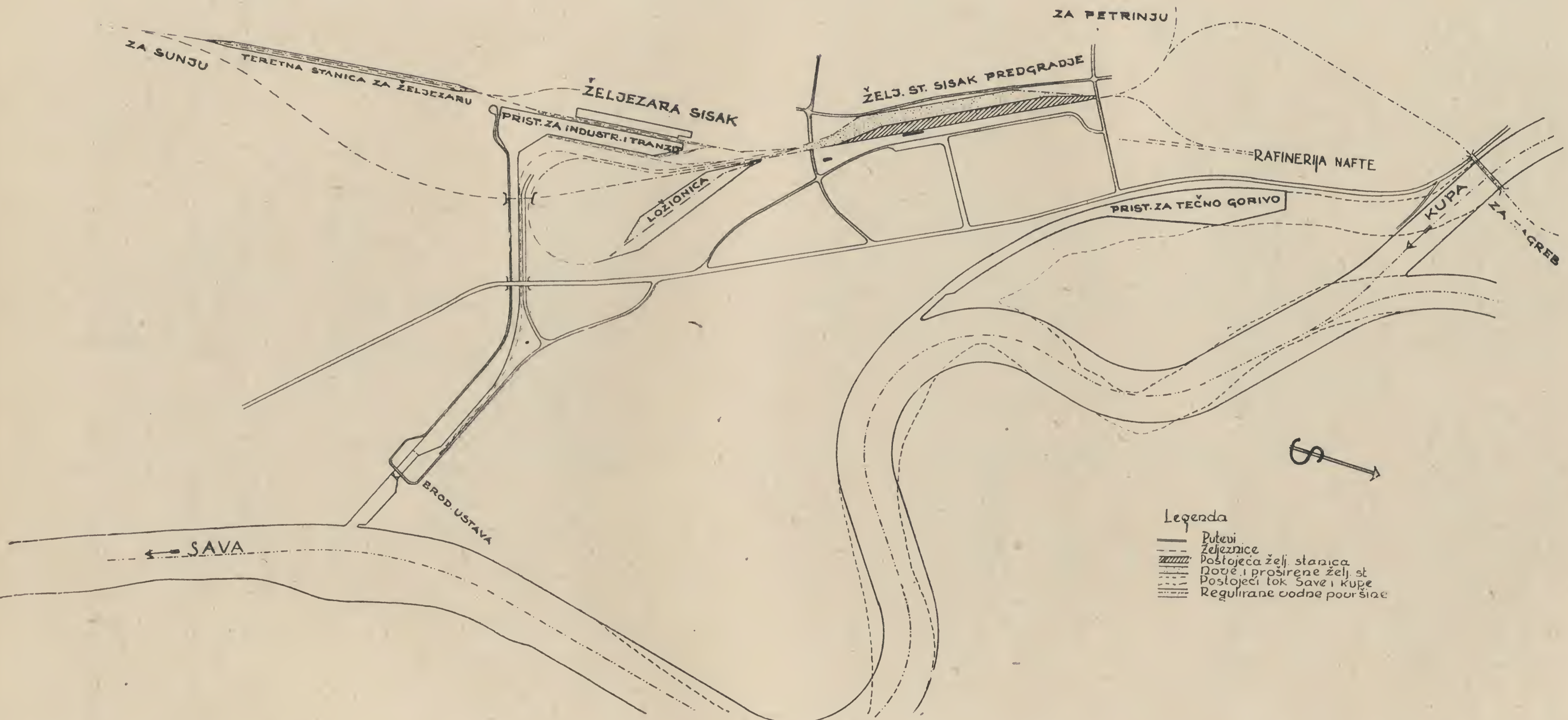


Slika 4 — Poprečni presjeci kroz vertikalni kej, varijanta »A; (projekt ing. I. Obradovića)

Za prve tri varijante se postojeća stanica Sisak-Predgrađe, uz izvjesnu rekonstrukciju i dopunu, koristi kao čisto industrijska i pristanišna stanica.

Četvrta varijanta, koju je usvojila Komisija za reviziju projekata pri Glavnoj direkciji J. Ž. kao najpovoljniju, nije bez primjedbi u pogledu zahtjeva urbanista, ali je ipak do izvjesne mjere i sa te strane prihvatljiva. Kod te varijante se postojeća stanica Sisak-Predgrađe proširuje u ranžirni kolodvor,

rad vezan skoro isključivo za lokalni promet, industrijskog karaktera. U drugoj etapi izgradnje je za cjelokupan, teretni i putnički tranzitni saobraćaj predviđena obilazna pruga oko kruga Željezare, dakle izvan industrijske zone, sa direktnim vezama za smjer Petrinja. Za ostvarenje neposredne veze pristaništa na Savi s manevarskom grupom ranžirnog kolodvora i s krugom Željezare predviđa se



Slika 5 — Opća situacija, varijanta »B«

prelaganje postojeće glavne pruge pored Željezare. Ukrštanje te pruge s kolosjekom za pristanište je u nadvožnjaku.

Ta varijanta zahtijeva najmanje ukupne godišnje troškove i pruža najpovoljnije uslove za sistematsku etapnu izgradnju u skladu sa porastom prometa i razvojem potreba.

Pregled pojedinih i ukupnih troškova za usvojenu varijantu željezničkog čvora u Sisku u vezi s izgradnjom novog pristaništa pokazan je u narednoj tabeli:

Kupe, pomoću podužne građevine, skrene u riječno korito Save. Na taj se način u napuštenom, nizvodnom dijelu korita Kupe dobiva dovoljno prostora za smještaj basenskog pristaništa Rafinerije. Operativna obala u tom pristaništu je projektovana kao kosa obala, pojačana oblogom od betonskih prizmi. Na pojedinim pretovarnim mjestima su predviđena postolja sa strojarnicama, u kojima je smješten uređaj za crpljenje, mjerenje i kontrolu pretovara robe, te sigurnosni aparati.

Troškovi građenja a) pristaništa na Savi b) pristaništa u basenu c, c1 prve etape željezničkog čvora d, d1 potpune izgradnje željezničkog čvora		Godišnji troškovi građenja kroz 50 godina	Godišnji troškovi eksploatacije	Ukupni godišnji troškovi
d a ukupno	1 008 500 000 954 000 000 1 962 500 00	39 000 000 (76 500 000)	261 635 054	300 835 054 (338 135 054)
d1 a ukupno	1 170 700 000 954 000 000 2 124 700 000	45 060 000 (82 700 000)	265 999 288	311 059 288 (348 699 288
c b ukupno	981 100 000 1,139 500 000 2 120 600 000	38 700 000 (82 400 000)	234 511 670	273 211 670 (316 911 670)
c1 b ukupno	1 145 300 000 1 139 500 000 2 284 600 000	56 300 000 (89 100 000)	244 645 434	300 945 434 (333 745 434)

Kod izbora mjesta za lokaciju pristaništa, u kome se vrši pretovar sirovina i proizvoda Rafinerije, moraju se zadovoljiti posebni uslovi i propisi u pogledu sigurnosti od požara i eventualnih eksplozija. Ta pristaništa se redovno smještaju na izoliranim mjestima, po pravilu nizvodno od ostalih pristaništa i područja grada. Zbog položaja Rafinerije u konkretnom slučaju morao se učiniti izuzetak. Pristanište Rafinerije moralo se locirati uzvodno od pristaništa za industrijsku i trgovačko-tranzitnu robu. Kako bi se i kod takvog rasporeda pristaništa stvorili što bolji uslovi u pogledu sigurnosti od požara, usvojeno je rješenje sa basenskim (zatvorenim) pristaništem. Operativna obala za pretovar sirovina i proizvoda Rafinerije smještena je u posebnom basenu, gdje praktično voda miruje. Za ostvarenje tog rješenja potrebno je regulirati tok Kupe nizvodno od željezničkog mosta i Save nizvodno od Galdovskog mosta. Na mjestu gdje se riječna korita Kupe i Save, uzvodno od Starog grada, po prirodi najviše približavaju, predviđena je izvedba prokopa, tako da se neposredno nizvodno od željezničkog mosta riječni tok

Uz to su na svakom pretovarnom mjestu predviđena betonska stubišta za siguran i udoban pristup na plovila kod svakog vodostaja bez upotrebe drvenih skela. Pretovarna postolja i stepeništa služe za vertikalno vođenje plovila kod promjena vodostaja, a u slučaju požara kao napadna mjesta za gašenje i spasavanje.

Basen tog pristaništa je preko kraćeg spojnog kanala situiranog u trasi postojeće matice Kupe vezan za regulirano korito Save. Kako u pristanišnom basenu praktički ne bi bilo kretanja vode, spriječilo bi se time širenje požara na vodi. Lokaliziranje požara se postiže naročito time, što je ulaz u kanal relativno uzan i isti se može u slučaju potrebe zatvoriti posebnim, požarnim pontonima. Osvježavanje vode u basenu omogućeno je dovođenjem kupske vode kroz poseban, zasvedeni kanal na uzvodnom kraju basena.

Izgradnja basenskog pristaništa za pretovar sirovina i proizvoda Rafinerije može se vršiti u pojedinim etapama u skladu s izvedbom regulacionih radova na Kupi i Savi.

Zgrada silosa na lijevoj obali Kupe, uzvodno od gradskog naselja, predstavlja skupocjenu i privredno važnu građevinu. Zato će se jedan dio žitarica i poslije izgradnje novog pristaništa pretovarivati na operativnoj obali kod silosa. Budući da u Kupi za vrijeme niskih vodostaja nema plovnih dubina za normalni gaz potpuno natovarenih šlepova, to bi se moralo i dalje vršiti produbljivanje plovnog puta jaružanjem. Međutim, kako su troškovi jaružanja vrlo visoki, izvršena je ekonomska analiza između troškova jaružanja i troškova za pretovarivanje puno natovarenih šlepova za vrijeme niskih vodostaja u manja plovila s plitkim tonjenjem. Računi su dali rezultat u prilog pretovara žitarica, posebno ako se pretovar vrši pneumatičnim putem.

Na lijevoj obali Kupe neposredno nizvodno od zgrade silosa nalazi se sada parna dizalica. Ta dizalica ostala bi na tome mjestu i poslije izgradnje novog pristaništa, i služila bi za pretovar robe, uglavnom ogrjevnog drveta i građevinskog materijala za potrebe gradskog naselja, starog dijela Siska.

*

Izgradnjom novog pristaništa u Sisku pospješit će se rad u postojećoj industriji i stvorit će se povoljni uslovi za razvoj nove, posebno satelitne industrije, i pojačat će se pretovar tranzitno-trgovačke robe. Povećanjem kapaciteta pretovara robe u pristaništu Sisak povećat će se i kapacitet prometa robe na plovnoj Savi. Održavanje potrebnih plovnih dubina na Savi zahtijeva relativno znatna sredstva. Uložena sredstva za plovni put bit će kod povećanog prometa racionalnije korištena. Stoga izgradnja pristaništa u Sisku sa svojim utjecajem na opće povećanje prometa, a naročito prometa one robe koja se preko Siska uključuje u međunarodnu, prekomorsku trgovinu, prelazi i granice zainteresiranosti same NR Hrvatske, pa ima širok, opće jugoslavenski značaj. To treba naročito dobro uočiti, jer nije vrlo vjerojatno, da bi komuna mogla iz svojih sredstava pristupiti izgradnji tako opsežnog objekta, za koji ukupne investicije (za pristanište i željeznička postrojenja) iznose oko dve milijarde dinara. Zato treba svestrano, počev od komune pa do najviših organa zainteresiranih za privredu u zemlji, nastojati da se pronađu potrebna sredstva za izgradnju novog pristaništa u Sisku.

II. KONGRES INTERNACIONALNE KOMISIJE ZA NAVODNJAVANJE, S TURNEJOM ALŽIR—TUNIS

Ing. **Ivan Milković**, Zagreb

Internacionalna komisija za navodnjavanje i drenažu konstituisana je 1950 godine po inicijativi iz god. 1948. Njen je cilj stimulacija unapređenja razvitka primjene znanosti i tehnike navodnjavanja i odvodnjavanja u ekonomskom, tehničkom i socijalnom pogledu. Njeno polje djelatnosti odnosi se na sve što se tiče pitanja studija finansiranja, ekonomike pojedinih zahvata navodnjavanja i odvodnje zbog melioracije zemljišta, isto tako kao i koncepcija, konstrukcija i eksploatacija sastavnih radova takvih uređenja.

Svoj cilj Komisija postizava

a) izmjenom iskustava, obavještenja, izvještaja Nacionalnih komiteta,

b) organizacijom održavanja povremenih sastanaka,

c) publikacijama završnih računa pojedinih zahvata, izvještaja, dokumenata,

d) saradnjom sa svim internacionalnim organizacijama, čiji je interes i polje rada u skladu i suglasnosti s postavljenim ciljem same Komisije.

Komisija je sastavljena od Nacionalnih komiteta zemalja članica, a gdje nema Nacionalnog komiteta, od predstavnika delegiranih po Vladama ili drugim raznim institucijama, za koje aktivnost kadra Komisije predstavlja naročiti interes.

Svaka zemlja može postati članica Komisije ukoliko objavi svoj pristanak na statute komisije, zatraži prijem i Izvršni savjet komisije akceptira njeno traženje. Godišnji razrez u iznosu od 2 000 rupija plaća svaki Nacionalni komitet ili zemlja članica Centralnom birou komisije u New Delhi-ju. Naša zemlja članica je Komisije ,no nema Nacionalnog komiteta, već veze održava Komisija za vodoprivredu FNRJ.

Prvi kongres, na kome je prisustvovala i naša zemlja, održan je god. 1951 u New Delhi-ju.

Ove godine organizirala je Internacionalna komisija, preko francuskog društva za studije navodnjavanja i odvodnjavanja, drugi kongres, u Alžiru u vremenu od 12 do 17 aprila.

Sam program kongresa obuhvatio je:

a) radni dio zasjedanja po postavljenim pitanjima 15, 16 i 17 aprila,

b) naučne ekskurzije po izgrađenim objektima ili objektima u gradnji na teritoriji Alžira, Maroka, Tunisa u vremenu od 19 do 29 aprila,

c) zaključno zasjedanje 1 maja u Nici.

Kongresu je prisustvovalo 355 delegata iz 23 države, i to iz Australije 4, USA 16, Kolumbije 3, Egipta 4, Engleske 17, Filipina 1, Francuske s kolonijama 236, Holandije 7, Indije 7, Italije 17, Izraela 2, Japana 4, Jugoslavije 6, Mađarske 2, Zap. Njemačke 1, Portugala 3, Sirije 1, Sudana 2, Švicarske 4, SSSR 5, Španije 5, Tajlanda 2 i Turske 2.

Po strukama bilo je građevinskih inženjera hidrotehničara 294, agronoma 43, hidrogeologa 11, pravnika ekonomista 4, geodeta 2 i jedan prevodilac iz SSSR. Kongres je raspravljao ova pitanja:

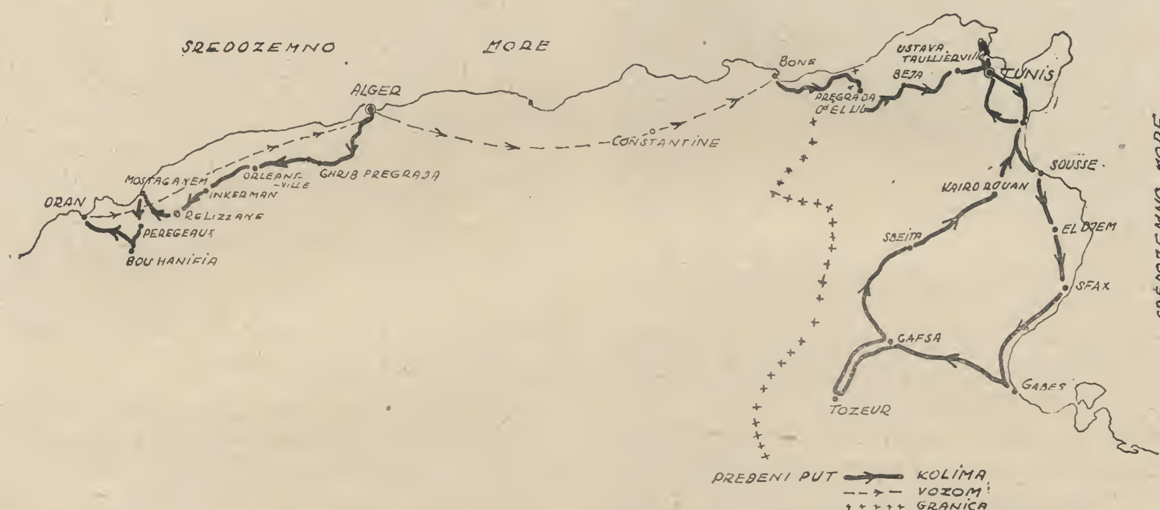
Pitanje 1: Razmatranje problema nadvišenja obale nad razinom vode u kanalima za navodnjavanje i odvodnjavanje (glavnim, sekundarnim i derivacionim kanalima) kao i nadvišenje lateralnih nasipa kod vodnih rezervoara, u tehničkom i praktičnom i ekonomskom pogledu.

Kongresu je dostavljeno 42 referata. Podnosioci referata bili su: iz Engleske 6, USA 4, Australije 3, Indije 6, Iraka 1, Francuske 12, Japana 6, Egipta 2, Izraela 1 i Švicarske 1. Rad se odvijao tako, da je po pojedinim pitanjima po prispjelim referatima bio određen glavni izvjestilac; po njegovom izlaganju prelazilo se na diskusiju, za koju se trebalo prijaviti 24 sata unaprijed, s naznakom, o čemu će se diskutovati. Predsjednik dnevnog zasjedanja određivao je red kao i trajanje same diskusije.

Tok diskusije, zaključci po pojedinim pitanjima dostavit će se naknadno zemljama učesnicama.

Organizirano naučno putovanje započeto 19 aprila iz Alžira do Orana bilo je zajedničko za sve ekskurzije. Od Orana raspodijeljene su ekskurzije za Maroko, Alžir, Tunis.

Od Jugoslavena trojica su otišla za Maroko, jedan za Alžir, dvojica za Tunis.



Slika 1. Itinerer obavljenog puta po Alžiru i Tunisu

Pitanje 2: Odnos visine podzemne vode u prisustvu kanalske mreže za navodnjavanje ili odvodnjavanje.

Pitanje 3: Održavanje kanala za navodnjavanje ili odvodnjavanje, uglavnom ono što se odnosi na borbu proti zaraštenosti vodenim biljem.

Pitanje 4: Podzemna voda, njeno korištenje za navodnjavanje, količine koje se mogu koristiti po jedinici površine, novi vještački pokušaji korištenja podzemnih rezervoara visoravni.

Referate po postavljenim pitanjima trebalo je dostaviti do 31 augusta 1953 godine, kako bi oni bili odštampani, raspodijeljeni delegatima i izneseni na kongresu od izvjestilaca zaduženih za pojedina pitanja.

Nažalost, iz Jugoslavije nije bio poslan nijedan referat po postavljenim pitanjima, jer su ta pitanja saopćena koncem novembra 1953 godine, dakle, kad je uglavnom prošao rok dostave, a naknadno referati nisu primani.

Ekskurzija kroz Alžir

Alžir je po površini tri puta veći od Francuske, sa oko 9 miliona stanovnika i godišnjim prirastom od 200 000. Dva obali paralelna lanca gorja Atlas dijele zemlju u tri velika rajona; prvi je rajon »Tell« više dolina pored obale, drugi rajon »Les Hauts Plateaux« visoravan između dva lanca Atlasa s visinom iznad 600 m, a treći rajon Sahara.

Sjeverni dio Alžira ima umjerenu mediteransku klimu, sa dvije izrazite sezone — sušnom i kišnom. Sušna sezona traje od kraja proljeća do početka jeseni, kad nastupa kišna. Visina godišnje oborine u sjevernom dijelu kreće se od 600—1 200 mm, od 150 do 300 mm u visokom platou.

Smanjenje oborine ide od istoka prema zapadu i sjevera prema jugu paralelno s obalom. Sahara ima sve karakteristike pustinje, t. j. velike amplitude dnevnih temperatura i visinu godišnjeg taloga ispod 100 mm. Rijeke u obalskom dijelu teku

u more — u visokom platou teku u šotove[1] — gdje poniru.

Većina rijeka ima nepravilna i nestalna korita. Za vrijeme ljeta rijeke presuše u cjelini, tako da su obale i korito gole, bez ikakvog uobičajenog rastinja (trske, šaša, vrba i t. d.). Zbog jake erozije sve vode nose velike količine nanosa.

Od cjelokupne površine pod kulturama je oko 6,5 miliona ha, a za uzgoj ovaca i koza ostavljeno je oko 6 miliona. Na jugu, t. j.u predjelu Sahare, od 30 miliona ha obradivo je oko 110—150 000 ha pod oazama. Vrijednost poljoprivredne produkcije u 1952 godini cijeni se na 200 milijardi franaka; od toga stočarstvo 44, vinogradarstvo 84 i cerealije 72 milijarde. Izvoz poljoprivrednih produkata te godine dosegao je tonažu od 2,50 miliona u vrijednosti od 110 milijardi franaka, od čega otpada 50% na produkte vinogradarstva.

Pod kulturama zimskih cerealija (žito, tvrdo i mekano, ječam, zob) nalazi se oko 3—3,3 miliona ha, što daje godišnju žetvu od 17—23 miliona kvintala. Pod povrćem (pasulj, grašak, leća, bob) površina od 150—180 000 ha sa godišnjim prinosom od 600—800 000 kvintala. Kultura riže se tek uvodi, i dosada je uvedena na 1 000 ha. Industrijsko bilje (duvan, pamuk, suncokret, šećerna repa, ruže) gaji se na površini od 38—40 000 hektara. Krmno bilje obuhvaća 190—200 000 ha, od čega oko 60 000 ha za specijalnu krmu. Pod ugarom godišnje ostaje oko dva miliona ha.

Vinogradarstvo zaprema površinu od 400 000 ha, većim dijelom plantažnog vinograda, s produkcijom od 19 miliona hektolitara.

Produkcija agruma iznosi oko tri miliona kvintala. Od 10,5 miliona stabala maslina rod donosi oko 9 miliona sa 125 000 tona ploda. U oazama imade oko 7 miliona stabala, s urodom od oko milion kvintala, od čega za eksport nešto oko 280 000 kvintala. Površina šuma oko 2,37 miliona ha. Uglavnom je zastupan hrast plutnjak, hrast zen i alepski bor. Proizvodnja pluta kreće se oko 400 000 kvintala, s površine od oko 450 000 ha.

Od 1830 do danas izgrađeno je 8 500 km nacionalnih cesta, 27 000 km vicinalnih, 18 000 km poljskih i 12 000 km saharskih staza, 85% nacionalnih cesta je s asfaltnim makadamom. Željeznica s normalnim kolosjekom imade 2 269 km, uskotračnih 2 255 km. Industrija je tek u začetku. Na zidovima nalazili smo parole »Ili će Francuska industrijalizirati Alžir, ili će to uraditi neko drugi.« Raspisan je zajam za elektrifikaciju i industrijalizaciju. Sadanja proizvodnja crne metalurgije kreće se oko 114 000 tona, kemijskih produkata 462 000 tona (soda, klor, ulje, sapun), cementa oko 320 000 tona.

Eksploatacija gvozdene rude iznosi oko 3,0 miliona tona, s 50% sadržajem. Ruda se sada izvozi. Planirano je, da se kod Colomb-Bechar-a izgradi drugi Ruhr, no pored objekata za baznu industriju treba uporedo riješiti pitanje opskrbe vodom za industriju i poljoprivredu.

Ekonomsku sliku — kao i povezanost sa Francuskom daje najbolje trgovački bilans 1952 godine. Iz Alžira je izvezeno 6 657 000 tona, u vrijednosti 147 milijardi franaka, a uvezeno 2 857 759 tona, u vrijednosti od 223 milijarde franaka. (Prosječna cijena po 1 kg izvoza 22 franka, uvoza 78 franaka). Od ukupnog izvoza ide u Francusku 2 315 970 tona u vrijednosti 98 milijardi franaka, a od ukupnog uvoza dolazi iz Francuske 1 381 748 tona u vrijednosti 166 milijardi (prosječna cijena izvoza 43 franka, uvoza 120 franaka po kg). Izvoz pokriva jedva 64% uvoza.

U Alžiru se vrše opširni tehnički radovi na vodama, u cilju sprečavanja štetnih posljedica od erozije i t. d., kao i korištenja vode za navodnjavanje, opskrbu i energiju.

Među najvažnije i teške radove, koji se izvode u Alžiru, spadaju radovi uređenja i sistematizacije zemljišta. Erozija tla od vjetra, naročito od oborina, koje su karakteristične po svojoj žestini, predstavlja jedan od najaktuelnijih problema Alžira. Ogoljeli baseni od krčenja šuma ili prekomjerne ispaše — naročito koza — sa strmim padinama pojačavaju štetno djelovanje vode. U programu je, da se za 25 godina završe radovi na površini od milion ha. Radovi se sastoje u terasiranju zemljišta paralelno sa sadnjom šume i voćaka. Prema nagibu terena vrše se ovi radovi:

a) do nagiba 15%: široke terase za sijanje cerealija, s nagibom 5% prema početku terase; sadnja redova stabala;

b) nagib terena između 15 i 30%: uske terase (4—6 m širine) s nasipom na kraju, u koji se sade stabla, nagib terase u nekim slučajevima 5%, negdje horizontalno;

c) nagib terena preko 30%: uske terase ručno rađene s nagibom 5% prema početku, s nasipom i sadnjom drveća na kraju terase.



Slika 2. Uređenje zemljišta kod »S. Denis du Siq«. Zaštita od nanosa melioracionog područja

[1] Šot (Chot) je arapska riječ, a označava presahla (slana) jezera, u koja sada voda površinski ponire.

Visinski razmak terasa 3—5 metara, već prema nagibu terena. Na strmijim dijelovima, gdje se ne mogu raditi terase, vrši se zasijecanje terena 60 cm širine i sadi kaktus. Za sadnju uzima se šumsko drveće i maslina. Maslina se sadi i u krajevima gdje je visina godišnjih oborina do 150 mm.

Cio rad mehaniziran je gdje se moglo, pa je od kapaciteta 816 ha 1946 godine dosegnut godišnji kapacitet 24 000 ha. Do 1952 godine dovršeni su radovi na 78 000 ha, sa 12 miliona sadnica, od kojih je 2 miliona voćnih, ostalo su šumske. S povećanjem kapaciteta ići će se do godišnje 50 000 ha, kako bi se izvršio naprijed prikazani plan.

S uređenjem zemljišta započelo se najprije kod akumulacionih basena, zatim kod melioracionih zahvata.

U koritima postojećih bujica, kao i na regulacionim radovima radi se vrlo malo, i ako se rade neke pregrade, pera, zaštite obala. Kod direktno napadnutih objekata upotrebljavaju gabione (žičane košare) dimenzija 1×1×3 m ili 1×1×5 m, ispunjene krupnim oblučjem ili kamenom lomljenjakom kao zid u suhu, pojačan tom žičanom mrežom. Žičana mreža od koje se prave gabioni pocinčana je, debljine 2,6 mm.

Problem vode za poljoprivredu Alžira s njegovom mediteranskom i stepskom klimom, s nezgodno vremenski podijeljenom oborinom, predstavlja jedan od najvažnijih problema, tako da su radovi navodnjavanja oduvijek bili najvažniji radovi.

Prve pregrade za akumuliranje vode gradili su još Rimljani. Od njih neke služe i danas (Tozeur oaza u Tunisu). Prve pregrade u novije vrijeme izgrađene su 1870 do 1890, i teren je navodnjavan prema kapacitetu basena.

Program iz 1920 godine, koji se sastojao u gradnji 9 novih akumulacionih basena i poboljšanju starih, uglavnom je danas već završen. Njegovim izvršenjem omogućeno je akumuliranje 750 miliona m^3 vode, što omogućava navodnjavanje površine od 138 000 ha. Uvedene kulture, koje se navodnjavaju, uglavnom su agrumi, povrtarsko i krmno bilje, a od 1953 godine i riža.

Kod svih pređenih područja za navodnjavanje, koje ćemo poslije navesti, karakteristično je ovo:

1) nema navodnjavanja kišnim agregatima;
2) navodnjavanje se vrši brazdom kod drveća, inače preplavljivanjem;
3) sva kanalska dovodna mreža, glavna i sekundarna je od betonskih žljebova odgovarajućih dimenzija;
4) svi su kanali redovno visoko položeni nad zemljom, tako da se dobije odgovarajuća komandna visina;
5) iz kanala voda se daje sifonima bilo od cijevi, bilo specijalnim, s određenim kapacitetom;
6) na svim potrebnim dijelovima kanalske mreže su zbog točne raspodjele vode u kanalima montirane automatske segmentne brane, koje održavaju nivo vode konstantnim ispod brana, bez obzira na promjenu utroška vode.

Kanalska mreža gradi se od gotovih ,u tvornici izrađenih cijevi ili žljebova; na terenu vrši se montaža na isto tako u tvornici izrađenim betonskim jarmovima, koji se prema niveleti ukopavaju.



Slika 3. Glavni dovodni kanal za navodnjavanje

Betonski žljebovi do prečnika 1,60 m ,duljine 6—8 m, betonske cijevi prečnika 1 do 1,4 m, debljine 6—8 cm, duljine 6,00 m, rade se u tvornicama prednapregnutoga betona po sistemu M. Freyssinet-a.

Podužna armatura za cijevi 5—9 mm dobiva nateg od 70 kg/mm^2. Poprečna armatura istog profila u formi uvojnice položi se na ovu tako, da leži 15 mm od vanjskog lica cijevi. Oba ta sistema armature dolaze u gvozdeni kalup, koji se sastoji od unutarnjeg i vanjskog dijela, koji su rastegljivi u poprečnom smjeru. Kalup se ispuni betonom, a zatim se posebnim postupkom (oslobađanjem vode, komprimiranjem betona i proširenjem kalupa) daje spiralnoj armaturi naprezanje od 70 kg/mm^2. Po toj operaciji cijev je izvržena prolazu pare sa vanjske strane za vrijeme od 2 sata. Po vezanju betona oslobađa se podužna armatura, a kalupi se vraćaju na početni stadij. Poslije toga postupka cijevi su prednapregnute u oba smjera. Cio rad sa jednom cijevi u tvornici, koju smo posjetili u Affreville-u, traje 3 sata.

Žljebovi se rade na isti način. Stariji žljebovi, kao na pr. kod tvornice Inkerman u Orleansville-u, koja imade starije kalupe, imaju na krajevima ojačanje u vidu mufa. Inače žljebovi imaju pera i utore. Zaptivanje vrši se trakom širine 5—8 cm, koja je od neke smjese asfalt-guma i podmeće se nad naležeći utor. Reška se zalije smjesom asfalta. Svi spojevi su redovno na jarmovima.

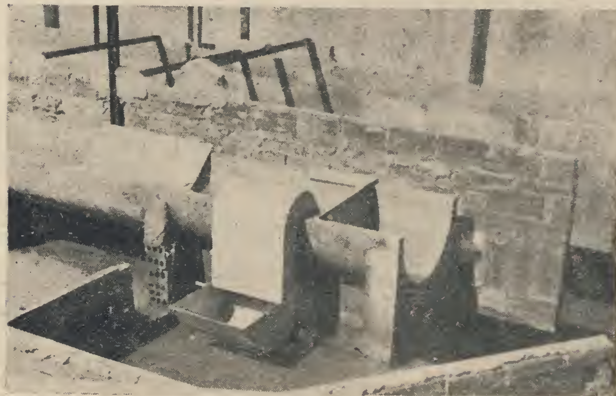


Slika 4. Model automatske brane s konstantnim nizvodnim vodostajem (Neyrpic, Alžir)

Raspodjela vode iz žljeba direktno na zemljište navodnjivača vrši se sifonima. Ako se radi o posjedu, kome se na početku raspodjele mjeri količina vode, vlasnik posjeda sam postavlja sifone od cijevi. Ako je u pitanju područje sa više vlasnika, čuvar nosi sifon izrađen u Neyrpicu, koji se lako prenosi i daje vodu određeno vrijeme.

Kako su na kanalima montirane ustave za održavanje konstantnog nivoa vode, to je protok takovim sifonom konstantan, a prema vremenu točno je utvrđena količina vode, koju je dobio navodnjivač.

Investicije po 1 hektaru, uračunavši pregradu, dovod i kanalsku mrežu, iznose od 90 do 100 000 franaka. Usporediti troškove investicija s našim vrlo je teško, jer je, na primjer, cijena cementa 8 franaka, gvožđa 42 franka, izvođenje s visokim stepenom mehanizacije, a ono malo urođeničke radne snage, koja se koristi, vjerojatno je slabo plaćeno. Država financira cjelokupne investicije, i to preko grupe »Equipement hydraulique« dijela službe »Service de la colonisation et de l'hydraulique«. Otplata uloženog kapitala kreće se u roku od 20 do 50 godina, i to tako, da je u prodajnoj cijeni kubika vode uračunata otplata investicije, trošak pogona i održavanja cijelog sistema. Kod svakog područja drukčiji je način računa cijene kubika vode, što zavisi i od politike planiranja poljoprivredne proizvodnje. Za svaku kulturu drukčija je cijena vode. Tako, na primjer, prema pregledu završnog računa za 1952 godinu vidimo, da se cijena kretala od 0,5 pa do 7 franaka po kubiku.



Slika 5. Prenosan sifon za davanje vode iz kanala

Kultura koja se namjerava uvesti ili proširiti dobiva nisku cijenu za vodu. Čak u nekim područjima daju vodu besplatno, kao na pr. za djetelinu, kako bi utjecali na podizanje stočnog fonda i povećanje proizvodnje mlijeka i mliječnih produkata.

Od osam područja, na kojima se vrši navodnjavanje, posjetili smo pet područja.

I. Područje Haut-Cheliff

Nasuta dolinska pregrada »Ghrib« daje ukupan kapacitet akumulacionog basena od 280 miliona kubika.



Slika 6. Amortizeri odvodnog kanala brane Ghrib

Visina brane je 65 m, s krunom duljine 270 m i širinom temelja 160 m. Kubatura nasutog dijela iznosi 700 000 m^3. Obloga prema vodnom licu izvedena je od betona debljine 12 cm. Preljev preko odvodnog kanala snabdjeven amortizerom ima kapacitet od 4 000 m^3/sek.

Na konsolidaciji terena izvedena je injekciona zavjesa 50 000 m^2 s 50 000 m bušenja uz utrošak 12 000 tona cementa i kemijskih produkata. Dužina galerija za drenažu iznosi 3 km. Sliv akumulacionog basena iznaša 23 300 km^2.

Godišnja akumulacija oko 120 miliona m^3.

Centrala uz branu ima snagu 10 000 kVA i godišnju produkciju oko 15 miliona kWh. S tim kapacitetom moći će se navodnjavati površina od 37 000 ha. Do sada je u eksploataciji 8 000 ha, jer je sistem u izgradnji. Godišnja visina oborine na navodnjavanom području iznosi 400—500 mm.

Dosada je izvedeno glavnih kanala 35,5 km, sekundarnih 91 km, odvodnih 30 km.

Rezerva u jezeru Ghrib, koja je bila početkom 1952 godine 222 miliona pala je krajem te godine



Slika 7. Navodnjavanje agruma u području Haut Cheliff (žljebovi Inkerman)

na 122 miliona. Podjela vode na područje iznijela je 1 460 000 m³, s maksimalnim protokom potrošnje od 323 l/sek za površinu od 5 250 ha, koliko je bilo u eksploataciji u 1952 god.

Prosječno je po hektaru trošeno 4 255 m³ odnosno 0,94 l/sek ha. Broj navodnjivača bio je 62. Na navodnjenom dijelu bilo je povrtarstvo i agrumi 20,8%, krmno bilje 16,75%, industrijsko bilje 6,3% vinogradi 5,36,% voćnjaci 5,07% ostatak žito. Na cijeloj toj oblasti, koja će pri kraju navodniti od površine 37,000 ha 50%, prevladava površina pod žitom.

II. Područje »Bas-Cheliff«

Sastoji se od dva dijela; gravitacijom će se navodnjavati površina od 20 770 ha i crpkama 6 860 ha.

25 godišnji prosjek godišnje oborine iznosi 445 mm. Cio sistem je još u izgradnji. 1952 godine navodnjavano je 6 004 ha, 1953 godine 7 240 ha.

Srednja potrošnja po ha iznosila je god. 1952 4 460 m³ odnosno 0,64 l/sek po ha.

Navodnjivači nisu još savladali tehniku navodnjavanja, što se naročito očituje kod utroška vode, osobito amplituda 1952 godine.

Kultura	Min. m³	Maks. m³	Srednje godišnje m³	Srednje normalno m³
Djetelina	3 600	28 300	10 160	12 500
Maslina	1 000	10 380	3 315	3 000
Pamuk	3 730	23 500	6 216	5 250
Žito	850	4 640	1 475	2 000
Agrumi	2 840	16 810	6 122	7 000
Krmno bilje	600	3 940	2 766	3 500

Broj navodnjavača 530.

Na području ima dosada 92 km glavnih kanala, 147 km sekundarnih i 92 km odvodnih.

Interesantan je gubitak vode:

kod pregrade pušteno	83 000 000 m³
na početku mreže dobiveno . .	29 911 890 m³
potrošaču na zemljište dano . .	26 778 690 m³

Gubici od količine puštene kod pregrade do potrošača iznose **62%**.

Prvi pokušaj sa rižom na 1 000 ha donio je 22 000 kvintala uroda, tako da će se ta kultura proširiti.

III. Područje Oued-Fodda[1]

Dolinska pregrada Oued-Fodda omogućava akumulaciju 225 miliona kubika vode.

Ona je betonska, gravitaciona, visine 100 m, sa širinom u dnu 65 m.

Ugrađena kubatura betona iznosi 215 000 m³. Na lijevoj obali je preljev 170 m s tunelom duljine 250 m kapaciteta 1 100 m³/sek s kaskadom na izlasku visine 65 m .

Na desnoj obali ima još preliv kapaciteta 200 m³/sek. Kod fundiranja izvedena je injekciona zavjesa sa 9 500 m bušenja i utroškom 6 700 tona cementa i kemijskih produkata. Sliv akumulacionog basena iznosi 800 km² sa godišnjom oborinom 560 mm. Za korištenje pada od raspoloživih 120 m izgrađena je centrala jačine 12 000 kW.

Površina koja se navodnjava iznosi 18 440 ha 25-godišnji prosjek visine oborine na tom području je 402 mm.

1952 godine navodnjavalo se 16 950 ha. Području je dano 70,5 miliona m³ vode. Maksimalna potrošnja bila je 6 111 l/sek. Prosječno dano je po ha 7 864 m³ odnosno po 1 ha 0,69 l/sek.

Za cerealije utrošeno je 1 200 m³/ha, za rižišta 40—50 000 m³ po ha.

Proizvedeno je 20 871 miliona kWh.

Na području je izvedeno glavnih kanala i vodova 242 km, sekundarnih 420 km i odvodnih 29 km. Navodnjavalo se žito, kukuruz, riža, krmno bilje, pamuk, voćnjaci, masline, agrumi i povrtarske kulture.

IV. Područje Mina

Na području Mina izgrađena je na Oued Mina pregrada Bakhada. To je brana u samom profilu rijeke s prelivom na desnoj obali interesantnog oblika i segmentom splavnicom na lijevoj strani za ispuštanje velikih voda.

Površina navodnjavanja iznosi 13 647 ha. U godini 1952 navodnjavano je 9 900 ha, od toga crpkama 3 100 ha. 25-godišnji prosjek visine oborine iznosi 325 mm. Izmjerena količina utrošene

[1] Oued (čitaj ued) je arapska riječ i znači riječno korito, koje često presuši.

vode na početku kanalske mreže bila je 38 164 000 m³, potrošačima na teren je dano 34 246 000 m³, prema tome gubitak je na tom dijelu bio 11,02%. Maksimalni potrošak bio je 2 386 l/sek odnosno po ha 0,40 l/sek. Prosječno je utrošeno po hektaru za



Slika 8. Navodnjavanje u području Mina

žito 2 360 m³, kukuruz 5 030 m³, djetelinu 11 880 m³, masline 4 750 m³, vinograde 4 000 m³, voćnjake 4 970 m³, agrume 5 580 m³, pamuk 5 940 m³.

V. Područje l'Habra

Područje l'Habra navodnjava se vodom iz akumulacionog jezera Bou-Hanifia. 54 m visoka nasuta brana omogućava akumulaciju 72 miliona kubika vode. U branu je ugrađeno 750 000 m³ materijala. Na strani vodnog lica izvedena je betonska obloga.

Sliv akumulacionog basena iznosi 7 850 km². Godišnja akumulacija oko 100 miliona. Mogućnost preliva i ispusta ukupno 6 000 m³ na sek.

Površina područja 17 320 ha, od toga je navodnjavano 11 635 ha. 25-godišnji prosjek visine godišnje oborine iznosi 336 mm.

Potrošak vode mjeren na početku kanalske mreže iznio je 76 122 000 m³, potrošač na teren dobio je 68 756 000 m³, t. j. 69% od količine koja je puštena na brani.



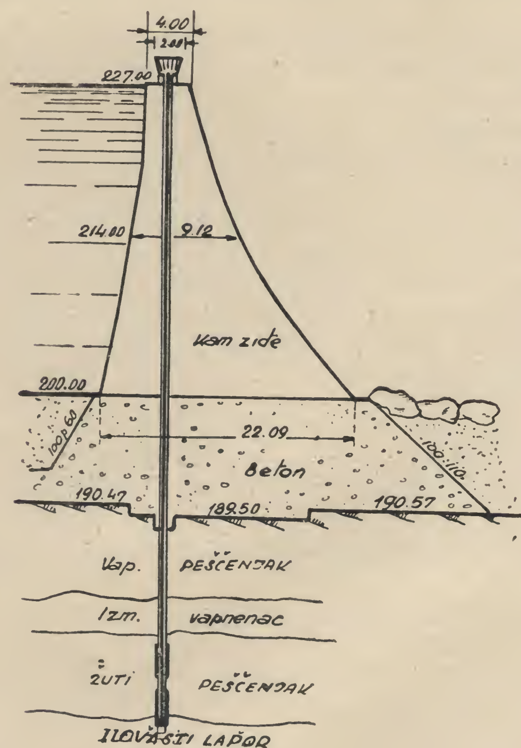
Slika 9. Ustava bočnog preliva brane Bon-Hanifia

Gubici od brane do potrošača iznijeli su 31%. Po hektaru je potrošak prosječno bio 5 909 m³ odnosno 0,54 l/sek i kod maksimalne potrošnje 6 259,7 l/sek.

Prinos kukuruza bio je 50 kvintala po hektaru, pamuka 3—10 kvintala. Kanalska mreža je 709,4 km duljine. Od toga je 152,6 km glavnih natapnih kanala, 396,8 sekundarnih i 160 km odvodnih kanala. Broj navodnjivača 1 294.

VI. Područje Sig

Navodnjava se djelimično iz akumulacije Cheurfas na Oued Mekeri i brane na Oued Sig. Pregrada Cheurfas izgrađena je 1880—1882, i to



Slika 10. Poprečni presjek brane »Cheurfas«

kao kameni zid na betonskom dijelu debljine 10,5 m. Širina zidanog dijela u dnu je 22 m, u kruni 4,00 m a visina 27 m. U februaru 1855 po jednom jakom nadolasku vode desna obala brane bila je odnesena vodom zajedno sa dijelom pregrade. Pristupilo se rekonstrukciji 1892 godine i brana je dobila oblik otvorenog slova V, s uglom od 128°25'. Po nadolasku vode zimi 1927/28 godine zabilježeno je nakrivljenje jedne lamele za 1,80 m, pa su ponova poduzeti radovi konsolidacije:

a) spušten je nivo preliva sa kote 229 na kotu 227,

b) izvedeno je injektiranje cementom na brani i lijevoj obali,

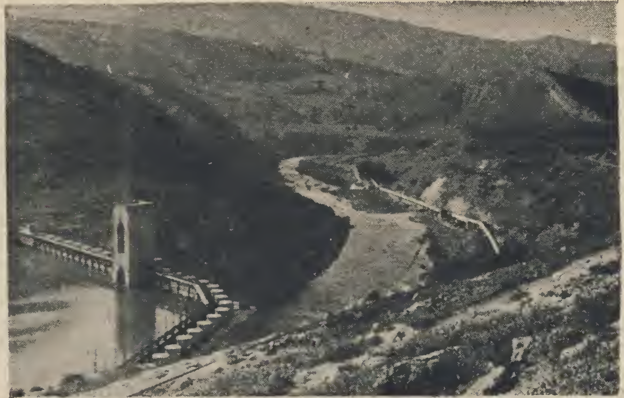
c) izgrađena je jedna nizvodna brana u daljini od 300 m, kako bi se u slučaju prodora spriječile štetne posljedice erozije,

d) ojačano je ziđe sa 37 gvozdenih kablova, usidrenih kroz branu u dubinu terena. Ti kablovi prenose na krunu brane pritisak od 1 000 tona.

Rad je završen 1935 godine.

Udaljenost kablova iznosi 3,00 m, a usidrenje u teren min. 15 m. Sam kabel sastavljen je od snopa sa 630 komada specijalne čelične žice prečnika 5 mm, uvijene u plastičnu masu.

Po gotovom radu izgrađene su pokretne brane, koje ponova usporavaju vodu na kotu 229,25. Kapacitet retencije je ponova 4 miliona kubika. Navodnjavano područje u površini od 5 360 ha utrošilo je u 1953 godini 34,5 miliona kubika vode. Kanalska je mreža 162 km, od čega je glavnih kanala 28 km, sekundarnih 92 km i odvodnih kanala 46 km. U tom području ima maslinika 1 870 ha, sa godišnjom produkcijom od 50—140 000 kvintala maslina. Na svim pređenim područjima maksimalni hidromodul bio je 1952 godine ispod 1 litre



Slika 11. Brana Cheurfas

po sekundi. Za grube račune u Alžiru uzimaju godišnju potrebu vode 5 500 m³ po ha, u Maroku od 6 000 do 6 500 m³.

(Nastavit će se)

MOST U ULICI LA FAYETTE U PARIZU

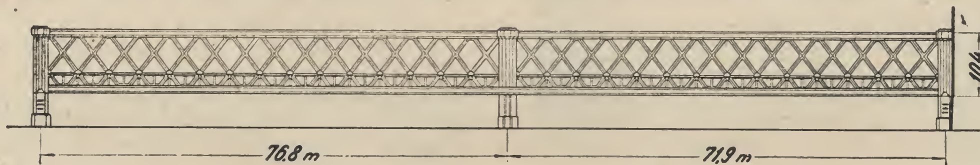
(Dojmovi iz Francuske)

Ing. Kruno Tonković, Zagreb

Caquot-ov most u ulici La Fayette iz godine 1928 jedan je od poznatih objekata, koji su zauzeli vidno mjesto u historiji građenja mostova. Reprezentant je to osebujnih tipova mostova; rekordni raspon masivnog grednog rešetkastog mosta sa kolnikom dolje (76,8 + 71,9); razmak glavnih nosača je 20,4 m; jedan od prvih mostova, na kojem je beton vibriran, most ima rešetkaste poprečne i podužne nosače i, konačno, to je primjer nepodesnog izbora materijala za odabrani tip glavnog nosača.

Rešetkaste nosače nije podesno projektirati od armiranoga betona, barem ne u tradicionalnoj izvedbi postoje i teškoće za takav rad, u pogledu nastavljanja šipaka, ravnosti šipaka i dr. Kod zabetoniranih šipaka nije važno, da li su šipke prave ili su krive, a nastavci šipaka mogu se izvesti samo na preklop, ako se tek nakon betoniranja predaju sile u armaturu. Naprežemo li šipke prije betoniranja, takve se stvari ne mogu dopustiti.

Daljnja je poteškoća kod rešetkastih nosača od armiranog betona, naročito tipa rešetke kakav je ovdje predviđen, da je teško u proračunavanju uzeti u obzir krutosti, koje postoje u čvorovima. Uobičajeni način proračuna uz pretpostavku, da su štapovi zglobno spo-



armature betona. Takav tip konstrukcije ne odgovara posvema osebinama armiranog betona iz mnogih razloga, od kojih su se neki otkrili i na ovome mostu, koji je prilično ispucan i popravljan, naročito u pojasima. Pukotine su na mostu nezgodna pojava, a osobito ovdje, gdje ozdo prolazi željeznica, mnogo vlakova, jer se most nalazi povrh kolosjeka velike stanice Gare de l' Est.

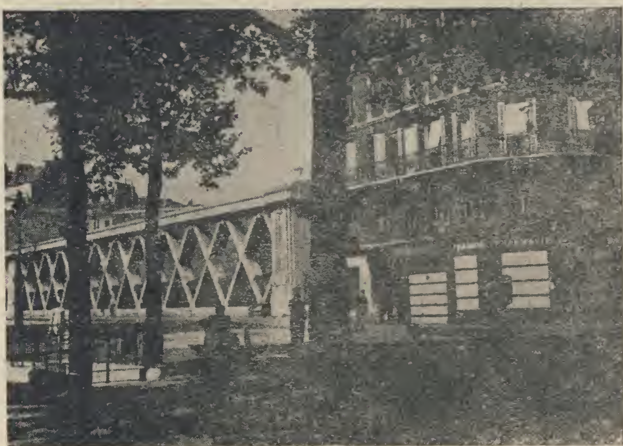
Pojava mnogih pukotina prvi je nedostatak takvih nosača od betona. Može se ta pojava umanjiti, ako se primijeni naročiti slijed radova, da se vlačni dijelovi betoniraju nakon što se u njima pojavilo stanovito vlačno opterećenje; uz prethodno otpuštanje skela. Ali jeni, ovdje je daleko od stvarnosti. Štapovi ispune, dijagonale, međusobno su i sa pojasima kruto povezane, a pojasi su kruti i neprekinuti na čitavoj duljini nosača. Naravno, ima i drugih metoda proračuna, ali su oni bilo netočni, bilo suviše opsežni.

Možemo taj most nazvati i konstrukcijom od gipkih čeličnih šipaka, ali gužva armature u čvorovima, teškoće za pristup do svih mjesta, izrada oplata i betoniranje čvorova daljni su nedostaci takvih rešetkastih betonskih mostova.

K tome je to još i most s položajem kolnika dolje; u gradu, gdje je to, općenito uzevši, bez obzira na ostalo, bitni nedostatak mosta ..

U tim mislima pošao sam pogledati most u ulici La Fayette.

Kad sam izašao iz metroa, znao sam, da ću se naći na raskršću nekoliko ulica i da se u jednoj od njih nalazi ovaj most. Stoga sam se odmah ogledao u svaku ulicu, da ga vidim, ali isprva nisam mogao primijetiti mosta. Tek kad sam provjerio orijentaciju i našao točno ulicu La Fayette, primijetio sam, nešto podalje, kao neku ogradu u stijenama kuća. Bio je to taj most, tako dobro situiran među kuće, da se nosači gledani s ulice čine kao ograda vrta neke palače, recimo na Champs Elysées. Skladno i vrlo ugodno.



Rešetkasti nosači dopiru do prvog kata. Paralelni pojasi su i te kako na mjestu; to je linija spratova, to je linija, koju treba ulica.

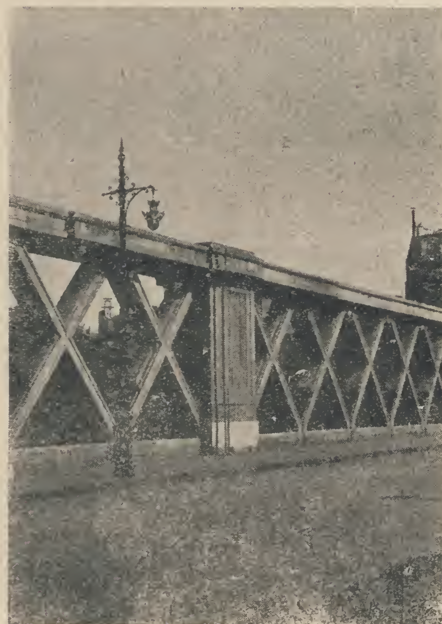
Ostajem u čudu, jer sam pod dojmom nedostataka: sistema, materijala, položaja kolnika dolje i svega ostaloga što kod mostova sa tehničke strane nije poželjno, očekivao nešto nakazno i nevaljalo.

Ali, nije bilo tako!

Most vrlo dobro odgovara okolici. Kad ga gledamo sa ceste, on jednostavno nastavlja stijene fasada kuća. Gornji mu je pojas u visini balkona. Stupovi su mu lijevo profilirani, po već ustaljenom francuskom običaju. Stijene djeluju prozračno i bolje nego stijene kuća.



Neki, kad razmatraju mostove kao pojave u prostoru, vole tražiti za most stajališta iz kojih je on nezgodan i prigovarati tome. Mislim, da se kod toga zaboravlja na činjenicu, da svaka zgrada ima jedno, nama vrlo blisko i svakodnevno stajalište; iz kojega je osobito neugodna. To je stajalište podno zgrade, kad se gleda uz nju. Za to se nikada ne vide na perspektivama zgrade s toga stajališta i u tom smjeru!



Razmišljajući o tome nesvijesno tražim stajalište, s kojega taj most izgleda loše. Kod mostova s kolnikom dolje notorno je takvo stajalište hodnik na mostu.

Ali, dimenzije objekta su u skladu sa dimenzijama zgrada i gledano s hodnika, s ulice u kojoj se most nalazi, most je ugodan, ma koliko mi bili protivnici položaja kolnika dolje.

Nedaleko, u drugoj ulici, nalazi se neki čelični rešetkasti most, poluparabolični nosač. Vjerojatno je to za zadani raspon standardno ispravno i ekonomično



rješenje. Ali, ovdje je to nakaza i ništa više. Pogotovo onaj »prokalkulirani«, nesretni zakrivljeni pojas.

Ta dva objekta, to su dva nazora o građenju mostova.

Šta znače ovdje surovi principi ekonomičnosti konstrukcija. Vrlo važno, da li se uštedilo nešto čelika na paraboličnom nosaču; ako se i uštedilo, treba prezirati sitnu dušu, koja se time bavila.

Polazim dalje da vidim kako most izgleda u pogledu — u ambijentu. Sa strane vidim, da se most nalazi iznad krovova perona kolodvora te prema mirnim plohama krovova djeluje također dobro, možda malo i dekorativno.

Tip ispune, dijagonale glavnog nosača, bez zamjerke su. Možda nešto smeta jaka vertikala na srednjem stupu; gledalac ne vidi stup od krovova, pa se ne vidi svrha tako jakoga stupa. Možda bi bilo bolje, da je stup riješen za sebe, a vertikala za sebe.

Vertikala je naravno po francuskom načinu profiliranoga presjeka, a pojasi su na tom mjestu odebljani i također profilirani.

U stvari, kad gledamo glavni nosač iz daljega, donji dio nosača je riješen zasebno, donekle kao punostijeni nosač. Tako gornji dio nosača djeluje kao pojačanje, slično kao ono stvarno pojačanje mosta u Bronx-u.





Treba požaliti, što i donja polja nisu prazna; dobili bi time na jedinstvenosti objekta.

I uzdužna dispozicija mosta dobro je riješena. Na rasponima različite veličine paralelni je nosač jedino ispravno rješenje, naročito kad su veličine otvora podjednake.



Ovdje je osim toga križanje koso, i to tako, da je svaki stup dan pod drugim kutem, pa su rasponi svakoga nosača različiti.

Visoka rešetka, kakova je ovdje projektirana, dobra je, jer štiti prolaznike od pogleda, dima i svega ostaloga zamazanoga sa jednog željezničkog kolodvora velikoga grada, a ispod mosta prolazi dvadesetak kolosjeka.

Interesantnije je koncentrirati prolaznika na zbivanja u samoj ulici grada.

Stručna predavanja

O ZAŠTITI POVRŠINSKIH VODA I PROBLEMU KONDICIONIRANJA OTPADNIH VODA U ŠVAJCARSKOJ

Prikaz predavanja ing. **Waltera Dardela** iz Berna na Tehničkom fakultetu u Zagrebu

Evropski regionalni ured Svjetske zdravstvene organizacije organizirao je IV Evropski seminar za sanitarne inženjere, koji je održan krajem aprila 1954. u Opatiji. Toj uspjeloj međunarodnoj manifestaciji u svrhu izmjene iskustava prisustvovali su najistaknutiji sanitarno-tehnički stručnjaci iz preko 20 evropskih država kao i gosti iz Amerike. Po završetku seminara mnogi su od tih stručnjaka posjetili grad Zagreb, i tom je prilikom umoljen Ing. Walter Dardel, istaknuti švajcarski projektant sanitarno-tehničkih uređaja i postrojenja iz Berna, da na Tehničkom fakultetu održi jedno kraće informativno predavanje o sanitarno-tehničkim problemima njegove zemlje, za koju je poznato da se nalazi na vrlo visokom nivou u pogledu primjene savremenih metoda te grane tehničke nauke. Ing. Dardel, odazvao se molbi, pa je 5. maja 1954. održao u velikoj dvorani Tehničkog fakulteta predavanje uz temu navedenu u naslovu ovoga prikaza.

Predavač je na prvom mjestu istakao specifičnu i vitalnu važnost održavanja potrebnog standarda vode u rijekama i jezerima Švajcarske, uz motivaciju da to, pored sanitarnih razloga, koji se postavljaju sa stanovišta opskrbe vodom, traže posebno i turistički razlozi, što se u njegovoj zemlji ne može ispustiti iz vida.

Švajcarci su naime svijesni, da bi se zagađivanje njihovih prekrasnih rijeka i jezera porazno odrazilo na njihovom turizmu, koji je osnovna grana njihove privrede.

U vezi s time, Ing. Dardel navodi, kako su kod njih već u XVIII. stoljeću doneseni prvi zakonski propisi, koji su branili upuštanje otpadnih voda u otvorene vodotoke. Međutim, odmah je zatim naglasio, da to nije imalo nikakova efekta, jer u to vrijeme nisu postojali cjelishodni tehnički uređaji, koji bi omogućili da se udovolji tim prvim zakonskim propisima.

Naglasio je potom, kako se stanje u Švajcarskoj sukcesivno sve više pogoršavalo u doba, kada su se drugom polovinom XIX. stoljeća izgrađivali kanalizacioni sistemi velikih švajcarskih gradova, za koje se uređaje smatralo da predstavljaju zadnju riječ tehničkog napretka. Međutim, posljedica izgrađivanja tih sistema bilo je sve veće zagađivanje riječnih tokova i jezera, koje je u tom periodu dostiglo upravo zabrinjavajući stupanj.

Takova situacija sukcesivno sve se više pogoršavala industrijalizacijom zemlje i izgradnjom poljoprivrednih postrojenja, kao i zbog činjenice, da su se velike mase krutih otpadaka iz gradova i naselja disponirale direktno u otvorene vodene tokove. Predavač je naročito upozorio da, s obzirom na karakter švajcarskih voda, autopurifikacija ni približno ne može ukloniti teška zagađenja, koja nastaju u tim vodama pod utjecajem života i ljudi.

Prvi su se, kao neposredno ugroženi u svom interesu, javili ribari i sportaši, i upozorili su nadležne državne organe na posljedice sve težih i težih uslova održavanja biosa u vodama Švajcarske, zbog njihova zagađenja.

Konačno je god. 1888. Švajcarska savezna vlada u Bernu, zbog takovih prilika, bila prisiljena da u Savezni zakonik (jer postoje i posebne kantonalne vlade) uvrsti i propis, kojim se određuje održavanje čistoće otvorenih vodenih tokova. Međutim, kako je i taj zakon predviđao zaštitu samo onih voda u kojima ima riba, pokazalo se da on nikako ne zadovoljava, jer je u praksi bio stalno izigravan. Najveća mana tog zakona bila je, po riječima predavača, što nije predviđao nikakvih kaznenih odredaba, kao i to, da pojedine kantonalne uprave nisu rado gledale na uplitanje Savezne vlade u njihova pitanja.

Tek pred kratko vrijeme, na insistiranje stručnih savjetodavnih organa i uopće interesiranih foruma, donešen je u Švajcarskoj novi savremeni »Savezni zakon o zaštiti vode protiv zagađenja«, koji potpuno odgovara potrebama, s time, da je izvršenje toga zakona prepušteno kantonalnim upravama.

Predavač je zatim prešao na opisivanje specijalnih prilika kao i mjera, koje su u Švajcarskoj poduzete sa svrhom da se postigne zadovoljavajući standard vode jezera, a s obzirom na to, da su te vode ozbiljno ugrožene.

Vode švajcarskih jezera, prema izlaganju predavača, ne samo da služe kao vanredno važne rekreacione površine, bilo sporta, odmora i turizma, nego se one u najvećoj mjeri koriste za upotrebu gradova i naselja pitkom vodom. Prema tome je neobično važno, da one sačuvaju potrebne fizikalne i kemijske osebine.

Ing. Dardel je u vezi s time na interesantan i stručan način izložio ciklus prirodnih zbivanja u švajcarskim jezerima kao posljedice njihova zagađivanja i naveo probleme, koji se tu pojavljuju.

Posebno je ukazao na mjere, koje su poduzete sa svrhom da se uklone postojeće teškoće i uspostavi koordinacija rada velikog broja sanitarnih inženjera, hidrologa i limnologa, s konačnim ciljem, da se jezerske vode dovedu do zadovoljavajućeg stepena čistoće.

Istakao je naročito rad, koji je na tome području izvršio prof. Ganzenbach, direktor Higijenskog i bakteriološkog instituta na Tehničkoj visokoj školi u Zürichu, s napomenom da je taj ugledni stručnjak zapravo nestor sanitarno-tehničke nauke Švajcarske. Njegovo zamašno djelo nastavlja sada prof. Jaag, također sa Tehničke visoke škole u Zürichu, koji je čitav svoj život posvetio izučavanju jezera i zaštite njihovih voda.

Na sistem izobrazbe sanitarno-tehnničkih stručnjaka u Švajcarskoj predavač se posebno osvrnuo. Na saveznoj Tehničkoj visokoj školi u Zürichu apsolventi građevinarskog smjera mogu se u toku IX. semestra specijalizirati u nekoj određenoj grani, na pr. mostogradnjama, gradnji cesta i t. d. Istovremeno slušaju oni predavanja o kondicioniranju pitkih i otpadnih voda, i tako dobivaju osnovnu izobrazbu sa područja sanitarne tehnike. Ta se predavanja održavaju na institutu prof. Jaaga, koji je institut, osim s takovim zadatkom, osnovan još posebno sa svrhom:

1) naučnih istraživanja na području pročišćavanja otpadnih voda svih kategorija,

2) davanja praktičnih savjeta interesiranim općinama, industrijama, projektantima i t. d. u pogledu raznih problema kućnih i industrijskih otpadnih voda,

3) određivanjem potrebnog stepena pročišćavanja otpadnih voda u pojedinim slučajevima s obzirom na kvalitet vode o kojoj se radi i vodotok u koji se ona upušta.

Mladi inženjeri, koji su izobraženi na opisani način, usavršavaju svoje znanje u praksi, ako to žele, koristeći pri tom savjet i pomoć spomenutog instituta.

Interesantno je još i to, da institut prof. Jaaga raspolaže s vlastitim eksperimentalnim i kontrolnim postrojenjima za provjeravanje vrijednosti pojedinih projekata sanitarno-tehničkih uređaja kao i posebnim biološkim odjelom za ispitivanje biosa u vodama.

Predavač se zatim posebno osvrnuo na rad Udruženja švajcarskih sanitarnih inženjera specijalista. To je udruženje osnovano god. 1944. sa svrhom što bolje izobrazbe svojih članova, zatim međusobne izmjene iskustava i održavanja veza sa sličnim organnizacijama u iozemstvu, što se pokazalo veoma korisnim.

U pogledu standarda vode, koji treba postići kod pročišćavanja otpadnih voda, predavač je istakao, da u Švajcarskoj zasada ne postoje nikakove određene norme, nego se one određuju od slučaja do slučaja na taj način, što sanitarni inženjeri kemijske struke iz instituta prof. Jaaga na temelju laboratorijskog rada daju mišljenje, kada je u nekom konkretnom slučaju uz dane uslove dostatno primijeniti samo mehaničko čišćenje, a kada se moraju primijeniti biološke i kemijske metode u svrhu postizavanja potrebne kondicije odnosnog efluenta.

Pri kraju je Ing. Dardel izložio ukratko razne tipove sanitarno-tehničkih uređaja, koji se u Švajcarskoj primjenjuju za pročišćavanje otpadnih voda. Posebno se osvrnuo na često upotrebljavane mehaničke uređaje, gdje je primijenjen biološki postupak.

Napomenuo je, da on sam upravo radi na projektu dispozicije kanalskih voda za grad Bern, koje će postrojenje biti stavljeno u pogon 1958. g.

Posebno se osvrnuo na švajcarske metode rada kod deferizacije i koagulacije u postupku s vodom kao i najnovije švajcarske postupke s regeneracijom mulja i recirkulacijom otpadne vode, naglasivši: »Sada, kad postoje savremeni zakonski propisi i kada raspolažemo s dovoljnim brojem posebno izobraženih stručnjaka, koji rade pod nadzorom i uz pomoć specijalnog instituta, situacija u pogledu zaštite voda Švajcarske potpuno zadovoljava, pa svakim danom pronalazimo sve bolje i bolje metode postupaka i rada na tome području«.

Kraj interesantnog predavanja Ing. Dardela popratili su brojni prisutni slušaoci, tehnički stručnjaci i studenti Tehničkog fakulteta srdačnim aplauzom.

Nakon predavanja prikazao je predavač i jedan uspjeli švajcarski film »Voda u opasnosti«. Švajcarsko udruženje za zaštitu voda koristi takove filmove kao sredstvo stalne propagande među širokim narodnim masama, koje se na taj lako prihvatljiv način upoznaju s važnim sanitarno-tehničkim problemima svoje zemlje. Takovim se metodama, naravno, postizava znatni odgojni efekat, što je i glavni cilj filma.

Velika je međutim šteta, što pitanje prijevoda sa njemačkog jezika, na kome je održano predavanje, nije bilo uspješnije riješeno. Očito je da su mnogi slušaoci, koji ne znaju njemački jezik, posebno mlade generacije naših tehničkih stručnjaka, ostale zbog toga prikraćene, a i povezanost izlaganja je uslijed toga trpila.

Sigurno je, da će se u procesu razvoja naše zemlje — posebno, kada se drži u vidu nagli razvoj njene industrije — u najskorije vrijeme pojaviti i kod nas brojni zamršeni problemi, koji se mogu rješavati samo savremenim sanitarno-tehničkim metodama.

S druge strane, naša bi zemlja u danom času trebala raspolagati sa dovoljno praktičnih iskustava na području sanitarne tehnike, kao i potrebnim ekonomskim sredstvima, kako bi se mogla uspješno suprostaviti situaciji, koja će se neminovno, iz navedenih razloga, pred nas postaviti.

Kako nas ovakova predavanja upoznavaju s našim budućim zadaćama i pružaju nam na temelju bogatih i skupo plaćenih iskustava inozemstva mogućnost pravovremene tehničke intervencije odnosno uštede ekonomskih sredstava naše zajednice, treba da ih pozdravimo i preporučimo kao veoma korisna.

Ing. Rajko Senjanović
sanitarni inženjer

Iz inozemnih časopisa

BRZO GRAĐENJE STROPOVA UPOTREBOM VALOVITOG LIMA

(Engineering News Record, New York, juli 1954)

Upotrebom valovitog lima kod gradnje stropova uštedjelo se mnogo na vremenu i radnoj snazi kod podizanja jednog nebodera u Denveru (SAD). Ploče od lakog valovitog lima poslužile su kao oplata i armatura za armirani betonski strop, a osim toga i kao radni podij (skela) prije nego su stropovi bili gotovi.

Neboder ima 20 katova, u tlocrtu je 38 × 38 m velik. Čelični nosivi stupovi raspoređeni su na uzajamnu udaljenost od 7,5 m u oba smjera. Čelični profilni nosači dijele tako nastale kvadratne površine na 3 jednaka polja. Na njima leži armirana betonska stropna ploča debljine 11,5 cm, računata na ukupno opterećenje 565 kg/m² (od čega korisno opterećenje 250 kg/m², pregradne stijene 100 kg/m²). Beton je izrađen postupkom aeriranja od lakih agregata (prostorna težina betona 1450 kg/m²), a plafon i izolacija protiv požara izvedeni su od vermiculita, pa su znatnim smanjenjem mrtve težine zgrade postignute velike uštede na čeličnom kosturu i temeljima.

Ploče od valovitog lima široke su 80 cm, a teške su 10 kg/m² tako da njima može lako rukovati jedan radnik. Lim za izradu ploča bio je prethodno obrađivan na hladno i time je postignuta čvrstoća preko 5600 kg/cm². Na jednoj strani lima poprečno preko valova navarene su još u fabrici čelične žice. Te žice prenose poprečne sile sa lima na beton. Za osiguranje kontinuiteta stropne konstrukcije postavljene su kod betoniranja ploče nad ležajevima blizu gornje površine još i čelične šipke u uzdužnom smjeru.

Postupak kod građenja bio je ovaj: na čelične nosače polažu se i zavaruju na svakih 30 cm ploče iz valovitog lima (one se provizorno podupru u sredini raspona uzdužnom drvenom gredicom, koja leži na podvlacima uvučenim među prirubnice čeličnih nosača), zatim se izvodi električna, vodovodna i telefonska instalacija i betonira ploča. Grupa od 6 metalaca i 2 tesara svršavala je posao oko postavljanja valovitog lima u jednom katu 1½ dan i ušteda na vremenu je bila velika.

B. P.

IZ DRUŠTVA GRAĐEVINSKIH INŽENJERA I TEHNIČARA NRH

Društvo građevinskih inženjera i tehničara posjeduje vlastitu stručnu biblioteku i redovno prima strane i domaće stručne časopise, što sve stoji članovima na raspolaganje i upotrebu.

A. Biblioteka Društva građevinskih inženjera i tehničara Hrvatske

Biblioteka sadrži dosada oko 1000 komada knjiga, uvedenih u katalog redom nabavljanja. U najskorije će se vrijeme izraditi katalog po autorima odnosno materiji, koju obrađuje knjiga. Posebno su odvojene, i ne ulaze u gornji broj, stare knjige sa godinom izdanja 1850—1900 iz oblasti općeg građevinarstva, mostova, statike i sl. Iako bez praktične važnosti, te stare knjige mogu poslužiti kod teoretskog proučavanja. U tih 100 komada knjižnica sadrži dobar dio standardnih djela stranih i domaćih autora iz područja teorije i prakse građevinarstva. Tako se mogu u njoj naći poimence:

Kasal, Rieszner, Alačević, Saliger, Kleinlogel, Schlaechterle, Čališev, Kušević, Čalogović, Kersten, Foerster, Gehler, Emperger, Schlocklitsch, Ludin, Löser, Micić, Werner, Strassner, Müller-Breslau, Savić, Craemer, Širola, Benzel, Stüssi, Sinković, Anger, Fonrobert, Loos, Marchi, Guldan, Engels, Stoljarov, Heusinger, Winkler, Melan i drugi.

Osim toga knjižnica raspolaže sa izvjesnim brojem ruskih, američkih i čeških knjiga poratnog izdanja.

Biblioteka se stalno upotpunjuje novo izašlim knjigama iz područja građevinarstva, čime se broj knjiga iz dana u dan povećava.

Knjižnica se nalazi u prostorijama Društva, a knjige se posuđuju dnevno od 17—20 sati.

B. Časopisi Društva građevinskih inženjera i tehničara Hrvatske

U čitaonici Društva u I. katu stoje članovima na raspolaganju razni stručni strani i domaći časopisi, zatim leksikoni, enciklopedije, priručnici, rječnici i sl. Društvo je redovito pretplaćeno na ove stručne časopise:

1. Domaći časopisi: Građevinar, Zagreb; Ceste i mostovi, Zagreb; Tehnički pregled, Zagreb; Arhitektura s prilogom Čovjek i prostor, Zagreb; Tehnika, Beograd; Izgradnja, Beograd; Gradevinarstvo u svijetu, Beograd; Naše građevinarstvo, Beograd; Bilten — dokumentacija stručne literature Beograd; Gradbeni vjesnik, Ljubljana; Arhitekt, Ljubljana.
2. Strani časopisi i novine: Allgemeine Bau-Zeitung, Wien; Schweizerische Bauzeitung (obnova pretplate); Annales des ponts et chaussés, Paris; Revue génerale des chemins de fer, Paris; La technique moderne — Construction, Paris; Revue des materiaux, Paris; Bulletin Geodésique, Paris; L'architecture française, Paris; L'Architecture d'aujourd'hui, Paris; Engineering News Record, New-York; Construction — methods and equipement, New-York; Architectural Forum, New-York; Cement, Amsterdam.

U prostorijama kluba Društva (prizemlje) stoje članovima na raspolaganju dnevno strani zabavni časopisi kao: Look, Life, Collier's, Semaine du monde i domaći literarni časopisi: Pregled, Republika, Pogledi.

DGITH — Podružnica Zagreb

Vlasnik i izdavač: Društvo građevinskih inženjera i tehničara Hrvatske. Glavni urednik: Ing. F. Simić. — Tisak: »Tipografija« grafičko-nakladni zavod, Zagreb.

Poziv na pretplatu

Molimo sve naše pretplatnike da podmire pretplatu za časopis »Građevinar«, VI. godište 1954. (koji još nisu to učinili) i obnove pretplatu za VII. godište 1955.

Molimo poduzeća i ustanove koji su uplatili pretplatu za god. 1954. po ranijoj nižoj cijeni, da naknadno podmire razliku pretplate za II. polugodište 1954. god. u iznosu od 150.— Din po broju, jer je pretplata bila u međuvremenu povišena zbog povećanih troškova štampanja.

Pretplata za pojedince iznosi za cijelu godinu Din 600.—, za pola godine Din 300.—.

Godišnja pretplata za poduzeća i ustanove iznosi Din 900.—.

Pretplatu treba doznačiti na tekući račun kod Narodne banke FNRJ, Filijala Zagreb br. 402-T-812.